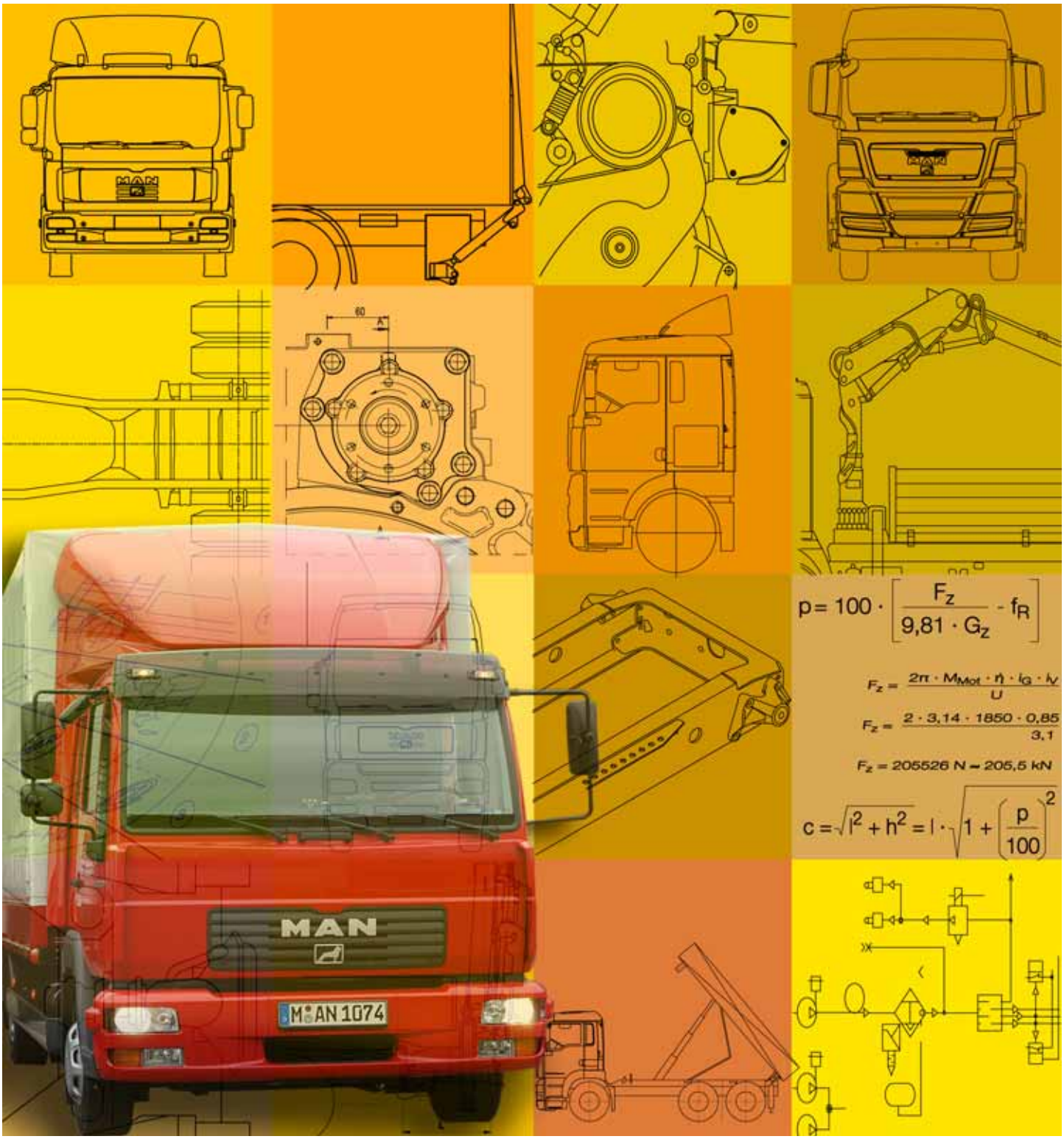
L2000 M2000 F2000
durée de construction
1992-2005 (selon modèle)



EDITEUR

MAN Nutzfahrzeuge AG
Département ESC
Engineering Services
Consultation (autrefois TDB)

Dachauer Str. 667
D - 80995 München

E-Mail:
esc@man.eu

Fax:
+ 49 (0) 89 1580 4264

Sous réserve de modifications en raison de l'évolution technique.

© 2007 MAN Nutzfahrzeuge Aktiengesellschaft

Toute réimpression, reproduction ou traduction, même partielle, est interdite sans l'autorisation écrite de MAN Nutzfahrzeuge AG. Tous droits expressément réservés à MAN, en particulier ceux d'après la loi sur la propriété intellectuelle.

Trucknology® et MANTED® sont des marques déposées de MAN Nutzfahrzeuge AG.

Les dénominations constituant des marques sont protégées pour leur détendeur spécifique, même sans identification (® ™).

L2000 M2000 F2000 durée de construction 1992-2005 (selon modèle)

1. Validité des directives de carrosserie 1

2. Identification de produit 1

2.1 Séries 1

2.2. Numéro du type, code de type, numéro d'identification du véhicule, numéro du véhicule, 2

numéro du véhicule de base 2

2.3 Formule des roues 2

2.4 Dénomination du véhicule 2

2.4.1 Dénomination du véhicule pour les séries L2000, M2000, F2000, E2000 2

2.4.2 Numéros de type, codes de type 5

2.5 Dénomination des moteurs 9

3. Généralités 10

3.1 Conventions juridiques et processus d'homologation 10

3.1.1 Conditions préalables 10

3.2 Responsabilité 11

3.3 Assurance de la qualité 11

3.4 Autorisation 12

3.5 Présentation des documents 12

3.6 Garantie 13

3.7 Responsabilité 14

3.8 Contrôle de type 14

3.9 Sécurité 15

3.9.1 Sécurité de fonctionnement et d'exploitation 15

3.9.2 Manuels pour les camions MAN 16

3.9.3 Instructions des carrossiers et entreprises de transformation 17

3.10 Limitation de la responsabilité au titre des accessoires / pièces de rechange 17

3.11 Autorisations exceptionnelles 17

3.12 Changement de pneumatiques 18

3.13 Augmentation de la charge remorquée autorisée 20

3.14 Augmentation de la charge autorisée sur les essieux 20

3.15 Augmentation du poids total en charge autorisé 21

3.16 Réduction du poids total en charge autorisé 21

3.17 Termes techniques, dimensions et poids 21

3.17.1 Surcharge sur les essieux chargement unilatéral 22

3.18 Charge minimale sur l'essieu avant 23
3.19 Longueur autorisée du porte-à-faux 24
3.20 Empattement théorique, porte-à-faux, centre théorique des essieux 24
3.21 Calcul de la charge sur les essieux et pesage 27
3.22 Pesage des véhicules équipés d'un essieu traîné 27
4. Modification du châssis 28
4.1 Sécurité au poste de travail 28
4.2 Protection contre la corrosion 28
4.3 Entreposage des véhicules 29
4.4 Matériaux et caractéristiques des cadres 29
4.4.1 Matériaux pour les cadres et les faux-châssis 29
4.4.2 Caractéristiques des cadres 29
4.5 Modification du cadre 34
4.5.1 Perçages, rivets et assemblages par vis dans le cadre 34
4.5.2 Découpes dans le cadre 37
4.5.3 Soudage sur le cadre 38
4.5.4 Modification du porte-à-faux du cadres 40
4.6 Modifications de l'empattement 43
4.7 Montage ultérieur d'organes supplémentaires 46
4.8 Montage ultérieur d'essieux poussés et traînés 46
4.9 Arbres de transmission 46
4.9.1 Articulation simple 46
4.9.2 Arbre de transmission avec deux articulations 47
4.9.3 Agencement spatial de l'arbre de transmission 48
4.9.3.1 Chaîne d'arbres de transmission 49
4.9.3.2 Forces dans le système d'arbre de transmission 50
4.9.4 Modification de la disposition des arbres de transmission dans la chaîne cinématique des châssis MAN 50
4.10 Graissage centralisé 51
4.11 Modification de la cabine 51
4.11.1 Généralités 51
4.11.2 Allongement des cabines 51
4.11.3 Déflecteur sur pavillon, kit aérodynamique 52
4.11.4 Cabines type topsleeper et pavillons surélevés 52
4.11.4.1 Principes à respecter pour la construction des cabines type topsleeper 52
4.11.4.2 Ouvertures dans le pavillon 54
4.12 Guidage des essieux, suspension, direction 55
4.12.1 Généralités 55
4.12.2 Stabilité, inclinaison latérale 55

4.13 Eléments rapportés sur le cadre — 56
4.13.1 Protection anti-encastrement — 56
4.13.2 Dispositif de protection latéral — 57
4.13.3 Roue de secours — 61
4.13.4 Cales — 61
4.13.5 Réservoir à carburant — 61
4.13.6 Installation à gaz liquide et chauffages d'appoint — 62
4.14 Moteur à gaz : traitement de l'installation à gaz à haute pression — 62
4.15 Modifications apportées au moteur — 63
4.15.1 Admission d'air, guidage des gaz d'échappement — 63
4.15.2 Refroidissement du moteur — 63
4.15.3 Capsulage du moteur, insonorisation — 63
4.16 Dispositifs d'accouplement — 64
4.16.1 Généralités — 64
4.16.2 Dispositif d'attelage, valeur D — 66
4.16.3 Remorques à timon rigide, remorques avec un ou des essieux centraux, valeur D_c, valeur V — 67
4.16.4 Traverses arrière et dispositifs d'attelage — 69
4.16.5 Dispositif d'attelage à rotule — 83
4.16.6 Sellette d'attelage — 83
4.16.7 Transformation d'un camion en tracteur de semi-remorque et d'un tracteur de semi-remorque en camion — 86
5. Carrosseries — 86
5.1 Généralités — 86
5.1.1 Accessibilité, libre mouvement — 87
5.1.2 Abaissement de la carrosserie — 89
5.1.3 Marchepieds et plateformes — 89
5.1.4 Protection contre la corrosion — 90
5.2 Faux-châssis — 90
5.2.1 Configuration des faux-châssis — 92
5.2.2 Fixation des faux-châssis et des carrosseries — 95
5.2.2.1 Assemblage boulonné et riveté — 95
5.2.2.2 Assemblage à introduction de poussée souple — 96
5.2.2.3 Assemblage à introduction de poussée rigide — 102
5.2.2.4 Carrosseries autoportantes sans faux-châssis — 104
5.3 Carrosseries spéciales — 105
5.3.1 Contrôle des carrosseries — 105
5.3.2 Carrosserie à sellette — 105
5.3.3 Carrosseries des types citerne et réservoir — 106
5.3.3.1 Généralités — 106
5.3.3.2 Fixation des carrosseries, suspension — 106
5.3.3.3 Carrosseries sans faux-châssis pour citernes et réservoirs — 107

5.3.4 Benne basculante 109
5.3.5 Multibennes, bennes de dépose et bennes amovibles sur galets 111
5.3.6 Plateaux-ridelles et fourgons 112
5.3.7 Conteneurs amovibles 113
5.3.7.1 Cadre-support pour carrosserie amovible départ usine 113
5.3.7.2 Autres dispositifs amovibles 113
5.3.8 Grue de chargement 114
5.3.8.1 Grue de chargement derrière la cabine 116
5.3.8.2 Grue de chargement à l'arrière 117
5.3.8.3 Faux-châssis pour grue de chargement 118
5.3.9 Hayon élévateur 127
5.3.10 Treuils 147
5.3.11 Malaxeurs à béton 148
6. Circuit électrique, conduites 149
6.1 Introduction 149
6.2 Remarques concernant les manuels de réparation et les normes 149
6.3 Démarrage, démarrage par remorquage et fonctionnement 149
6.4 Traitement des batteries 149
6.5 Schémas électriques supplémentaires et plans des câblages 150
6.6 Fusibles de sécurité, puissance pour les consommateurs supplémentaires 151
6.7 Nature des conducteurs électriques et des relais pouvant être utilisés 151
6.8 Système d'éclairage 151
6.9 Déparasitage 152
6.10 Compatibilité électromagnétique 152
6.11 Interfaces sur le véhicule 152
6.12 Pré-équipements pour la carrosserie 153
6.13 Réglage des paramètres spécifiques du client avec MAN-cats® 153
6.14 Câble de masse 153
6.15 Conduites électriques et pose 154
7. Prise de mouvement (voir le fascicule séparé) 154
8. Freins, conduites 155
8.1 Conduites de frein et d'air comprimé 155
8.1.1 Principes de base 155
8.1.2 Connecteurs, passage au système Voss 232 155
8.1.3 Pose et fixation des conduites 157
8.1.4 Perte d'air comprimé 159
8.2 Raccordement des consommateurs auxiliaires 159
8.3 Réglage du frein à dépendance automatique de charge (ALB) 162
8.4 Freins continus 162
8.4.1 Ralentisseurs hydrodynamiques 162

8.4.2 Ralentisseurs électromagnétiques 163
9. Calculs 165
9.1 Vitesse 165
9.2 Degré de rendement 166
9.3 Force de traction 167
9.4 Aptitude en côte 168
9.4.1 Distance parcourue en cas de montée ou de descente 168
9.4.2 Angle d'inclinaison de la montée ou de la descente 168
9.4.3 Calcul de l'aptitude en côte 169
9.5 Couple 173
9.6 Puissance 174
9.7 Régimes de la prise de mouvement sur la boîte de transfert 176
9.8 Résistances à l'avancement 177
9.9 Cercle de braquage 180
9.10 Calcul de la charge sur les essieux 182
9.10.1 Exécution d'un calcul de la charge sur les essieux 182
9.10.2 Calcul du poids avec l'essieu traîné relevé 185
9.11 Longueur des appuis de carrosserie en cas de carrosserie sans faux-châssis 187
9.12 Dispositifs d'accouplement 188
9.12.1 Dispositif d'attelage 188
9.12.2 Remorque à timon rigide / à essieux centraux 188
9.12.3 Sellette d'attelage 190

1. Validité des directives de carrosserie

Ces «directives pour les carrosseries de camion» sont une publication de la MAN Nutzfahrzeuge Aktiengesellschaft.
Leur contenu peut être utilisé par des tiers à condition d'en indiquer la source.

Les directives pour les carrosseries sont également mises à disposition par l'intermédiaire de notre logiciel MAN «Données techniques MANTED® » via Internet www.manted.de. L'utilisateur doit vérifier lui-même qu'il travaille avec la version la plus récente. Le service ESC (voir ci-dessus sous «Editeur») renseigne sur la version actuelle.

Ces directives sont un guide et une aide technique pour les entreprises procédant à la conception et au montage des carrosseries pour les châssis de camion et à leur modification.

Ces directives sont prévues pour les carrosseries des camions ci-après:

- véhicules neufs
- véhicules anciens
  dès que des interventions ultérieures sont effectuées dessus.

Les directives de carrosserie pour les bus sont disponibles chez NEOMAN.

Les interlocuteurs et services compétents pour les camions sont les suivants:

- Questions commerciales
  → la succursale MAN la plus proche
  → Sales Support
- Questions techniques
  → en cas de négociations de vente
    - la succursale MAN la plus proche
    - le service ESC (voir ci-dessus sous «Editeur»)
- Questions en rapport avec le SAV
  → After Sales

2. Identification de produit

Pour l'identification et la différenciation des véhicules, composants et groupes MAN quelques désignations sont expliquées plus en détail dans les paragraphes 2.1 à 2.5 de ce chapitre. Les valeurs chiffrées contenues dans les désignations de type et de modèle servent à l'identification et ne donnent pas de renseignement fiables quant à la résistance maximale réelle de certains groupes ou pièces ; elles ne sont par ailleurs pas toujours conformes aux limites fixées par la loi.

2.1 Séries

A l'intérieur de la gamme MAN, il existe différentes classes de véhicules et séries. Quand il est question dans ces directives de familles de véhicules ou de série, il s'agit des véhicules suivants:

L2000	7,5t à 10,5t	voir tableau 12
M2000L	12t à 26t	voir tableau 13
M2000M	12t à 25t	voir tableau 14
F2000	19t à 41t	voir tableau 15
E2000	19t à 50t	voir tableau 16

2.2 Numéro du type, code de type, numéro d'identification du véhicule, numéro du véhicule, numéro du véhicule de base

Le numéro à trois chiffres du type, appelé également code de type, sert à l'identification technique du châssis MAN et à l'affectation à la série. Il fait partie du numéro à 17 chiffres d'identification du véhicule (n° d' ident. du véhicule FIN) où il occupe les positions 4 à 6. Le numéro du véhicule de base (n° du VB) formé pour les besoins de la distribution renferme également le numéro du type aux positions 2 à 4. Le numéro à 7 chiffres du véhicule décrit l'équipement technique de celui-ci, il renferme le numéro du type aux positions 1 à 3 puis un numéro de comptage à 4 chiffres. Le numéro du véhicule figure dans les papiers du véhicule et sur sa plaquette d'usine. Le numéro du véhicule peut être indiqué à la place de son numéro d'identification à 17 chiffres pour toutes les questions techniques au sujet des transformations et des carrosseries.

2.3 Formule des roues

Outre la désignation du véhicule, la formule des roues peut servir à l'identification plus précise du véhicule. C'est une notion courante mais elle n'est pas normalisée. Une monte double est considérée comme une seule roue car ce sont les « emplacements de roue » qui sont comptés. La formule des roues ne révèle pas quels essieux sont moteurs. Tous les essieux ne sont pas obligatoirement moteurs sur les véhicules à traction intégrale, il y a seulement des composants de traction intégrale dans la chaîne cinématique.

Tableau 1: Exemple de formule des roues

6x4/2		
6	=	nombre total d'emplacements de roues
x	=	aucune signification
4	=	nombre de roues motrices
/	=	seules les roues AV sont directrices
-	=	direction combinée AV et AR
2	=	nombre de roues directrices

Dans le langage de tous les jours le nombre de roues directrices n'est pas indiqué lorsqu'il n'y en a que deux.
Le nombre de roues directrices est néanmoins systématiquement précisé dans les documents techniques de MAN.

2.4 Dénomination du véhicule

2.4.1 Dénomination du véhicule pour les séries L2000, M2000, F2000, E2000

Le système de formation des dénominations des véhicules est expliqué ci-après.
Les dénominations des véhicules sont constituées d'un préfixe et d'un suffixe.

Tableau 2: Exemple de dénomination d'un véhicule

26.464	FNLL	
26.464		préfixe
	FNLL	suffixe

Un préfixe se compose des éléments suivants:

- poids total technique conceptionnel*
- puissance motrice en ch DIN/10
- indice du modèle.

Tableau 3: Exemple de préfixe

26.464 FNLL		
26.	=	poids total technique conceptionnel*
46	=	puissance moteur en ch DIN/10, 46x10 = 460ch, les puissances moteur se terminant par 5 ch étant arrondies
4	=	indice du modèle

* Le poids total en charge autorisé techniquement possible n'est obtenu qu'une fois le véhicule équipé des éléments prévus. La dénomination d'un véhicule ne fournit aucune information sur l'équipement technique de celui-ci.

Le suffixe se compose des éléments suivants:

- partie châssis
- partie structure d'usine
- partie dimensions
- partie carrosserie / transformation.

Tableau 4: Exemple de suffixe

19.364 FLK/N-LV		
FL	=	partie châssisl
K	=	partie structure d'usine
/N	=	partie dimensions
-LV	=	partie carrosserie / transformations

Partie châssis:

La 1ère position (si deux essieux) ou la 1ère et la 2e si véhicules avec plus de deux essieux signifie:

Tableau 5: Série et type de véhicule dans le suffixe

L	=	Série Légère L2000 ou Série Moyenne M2000L cabine de la Série Légère L2000
LN	=	Série Moyenne M2000L cabine de la Série Légère L2000, essieu traîné
M	=	Série Moyenne, cabine de la Série Lourde F2000
MN	=	essieu traîné, Série Moyenne, cabine de la Série Lourde F2000
MV	=	essieu poussé, Série Moyenne, cabine de la Série Lourde F2000
F	=	deux essieux, cabine de la Série Lourde F2000
FN	=	essieu traîné, cabine de la Série Lourde F2000
FV	=	essieu poussé, cabine de la Série Lourde F2000
DF	=	trois essieux, double essieu, cabine de la Série Lourde F2000
VF	=	quatre essieux, cabine de la Série Lourde F2000

Viennent ensuite des indications optionnelles sur l'entraînement toutes roues motrices et/ou une monte simple sur les essieux AR moteurs.:

Tableau 6: Identification pour l'entraînement toutes routes motrices / la monte simple dans le suffixe

A	=	Transmission intégrale (**A**llradantrieb)
E	=	Monte simple (**E**inzelbereifung)

Suspension:

Les véhicules avec une suspension à lames sur tous les essieux ne sont pas spécialement identifiés. La suspension pneumatique est mise en évidence par la lettre „L“, la suspension hydropneumatique par la lettre „P“. On ne compte pas à partir de la 1ère position du suffixe mais au plus tôt à partir de la 2e. Une distinction est faite entre les systèmes de suspension ci-après:

Tableau 7: Identification du système de suspension dans le suffixe

Système de suspension	Dénomination abrégée	Explication
Lame-lame	sans	Essieu (x) AV e t AR à suspension à lames
Lame-pneumatique	L	Essieu (x) suspension à lames, essieux AR à suspension pneumatique
Pneumatique-pneumatique	LL	Suspension entièrement pneumatique, essieu (x) AV et AR à suspension pneumatique
Lame-hydropneumatique	P	Essieu (x) AV à suspension à lames, essieu (x) AR à suspension hydropneumatique

Disposition de la direction:

Les véhicules à direction à gauche ne sont pas spécialement identifiés. Les véhicules à direction à droite comportent la lettre „R“ dans le suffixe à la dernière position dans la partie châssis, toutefois avant la partie carrosserie d’usine.

Tableau 8: Identification des véhicules à direction à droite

FLRS

F	=	véhicule direction à droite avec 2 essieux et chaîne cinématique comme un véhicule à deux essieux
L	=	lame-suspension pneumatique (Blatt-**L**uft-Federung)
R	=	direction à droite (**R**echtslenker)
S	=	tracteur de semi-remorque (**S**attelzugmaschine)

Partie carrosserie d’usine:

Cette lettre indique qu’un type de carrosserie correspondant est possible départ usine; une livraison sans carrosserie est cependant également possible.

Tableau 9: Partie carrosserie d’usine

C	=	**C**hâssis avec ou sans plateau d’usine
K	=	Benne (**K**ipper)
S	=	Tracteur de semi-remorque (**S**attelzugmaschine)
W	=	Partie de support de carrosserie amovible (**W**echselbrückentraggestell)

Partie dimensions:

Un trait oblique est utilisé pour identifier les hauteurs spéciales. La conception de l’ensemble du châssis détermine si l’on est en présence d’une hauteur spéciale. Des modifications au niveau des équipements du véhicule, p. ex. changement de pneus, sommier de sellette bas, sellette d’attelage basse, etc. n’entraînent aucune modification de la dénomination du véhicule caractérisé par une faible hauteur.

Tableau 10: Hauteurs de pose

19.414 FLS/N

/	=	hauteur spéciale
N	=	Basse (**N**iedrig)
M	=	Moyenne (**M**ittelhoch)
H	=	Haute (**H**och)

Partie carrosserie / transformation:

La carrosserie / la transformation doit être mise en évidence par un trait d'union (-) si un châssis est prévu pour une carrosserie particulière ou une transformation. Deux lettres suivent toujours le trait d'union.

Tableau 11: Partie carrosserie / transformation

Exemple:

19.314 FLL - PT

- KI = pré-équipement pour carrosserie de plate-forme à basculement (**Ki**ppbrückenaufbau)
- HK = pré-équipement pour carrosserie de benne basculante arrière (**H**inter**k**ipper)
- KO = pré-équipement pour carrosserie de véhicule de voirie (**Ko**mmunalaufbau)
- LF = pré-équipement pour carrosserie de véhicule d'extinction d'incendie (**L**ösch**f**ahrzeug)
- LV = pré-équipement pour carrosserie avec grue de chargement devant le plateau (**L**adekranaufbau **v**or der Brücke)
- PT = pré-équipement pour carrosserie de transport de voitures particulières (**P**kw-**T**ransporter)
- TM = pré-équipement pour carrosserie de malaxeur de béton prêt à l'emploi (**T**ransport**m**ischer)
- NL = pré-équipement pour la pose d'un essieu traîné (**N**ach**l**aufachse)

2.4.2 Numéros de type, codes de type

Tableau 12: L2000

TNR	Tonnage	Dénomination	Suspension	Moteur	Formule des roues
L20	8/9t	8.xxx L 9.xxx L	BB	R4	4x2/2
L21	8/9t	8.xxx L 9.xxx L	BB	R6	4x2/2
L22	8t	8.xxx LAE	BB	R4	4x4/2
L23	8t	8.xxx LAE	BB	R6	4x4/2
L24	10t	10.xxx L	BB	R4	4x2/2
L25	10t	10.xxx L	BB	R6	4x2/2
L26	10t	10.xxx LAE	BB	R4	4x4/2
L27	10t	10.xxx LAE	BB	R6	4x4/2
L33	8/9t	8.xxx LL 9.xxx LL	BL	R4	4x2/2
L34	8/9t	8.xxx LL 9.xxx LL	BL	R6	4x2/2
L35	10t	10.xxx LL	BL	R4	4x2/2
L36	10t	10.xxx LL	BL	R6	4x2/2

*) = Le type de suspension est caractérisé par les lettres suivantes:

- B = suspension à lames,
- L = suspension pneumatique,
- H = suspension hydropneumatique. Une lettre est attribuée à chaque essieu (en commençant par le 1er).

*) = Le type de moteur est indiqué par trois abréviations, der la lettre (R/V) est utilisée pour la conception du moteur, c.à.d. en ligne, ou en V, et le chiffre indique le nombre de cylindres.

Tableau 13: M2000L avec cabine compacte, mi-longue ou double

TNR	Tonnage	Dénomination	Suspension	Moteur	Formule des roues
L70	12t	12.xxx L	BB	R4	4x2/2
L71	12t	12.xxx L	BB	R6	4x2/2
L72	12t	12.xxx LL	BL	R4	4x2/2
L73	12t	12.xxx LL	BL	R6	4x2/2
L74	14t	14.xxx L	BB	R4	4x2/2
L75	14t	14.xxx L	BB	R6	4x2/2
L76	14t	14.xxx LL	BL	R4	4x2/2
L77	14t	14.xxx LL	BL	R6	4x2/2
L79	14t	14.xxx LLL	LL	R6	4x2/2
L80	14t	14.xxx LA	BB	R6	4x4/2
L81	15t	15.xxx L	BB	R4	4x2/2
L82	15t	15.xxx L	BB	R6	4x2/2
L83	15t	15.xxx LL	BL	R4	4x2/2
L84	15t 20t	15.xxx LL 20.xxx LNL	BL BLL	R6 R6	4x2/2 6x2-4
L86	15t 20t	15.xxx LLL 20.xxx LNLL	LL LLL	R6 R6	4x2/2 6x2-4
L87	18t	18.xxx L	BB	R6	4x2/2
L88	18t	18.xxx LL	BL	R6	4x2/2
L89	18t	18.xxx LLL	LL	R6	4x2/2
L90	18t	18.xxx LA	BB	R6	4x4/2
L95	26t	26.xxx DL	BBB	R6	6x4/2

Tableau 14: M2000M avec cabine courtes distances ou long courrier

TNR	Tonnage	Dénomination	Suspension	Moteur	Formule des roues
M31	14t	14.xxx M	BB	R6	4x2/2
M32	14t	14.xxx ML	BL	R6	4x2/2
M33	14t	14.xxx MLL	LL	R6	4x2/2
M34	14t	14.xxx MA	BB	R6	4x4/2
M38	18t	18.xxx M	BB	R6	4x2/2
M39	18t	18.xxx ML	BL	R6	4x2/2
M40	18t	18.xxx MLL	LL	R6	4x2/2
M41	18t	18.xxx MA	BB	R6	4x4/2
M42	25t	25.xxx MNL	BLL	R6	6x2/2
M43	25t	25.xxx MNLL	LLL	R6	6x2/2
M44	25t	25.xxx MVL	BLL	R6	6x2/4

Tableau 15: F2000

TNR	Tonnage	Dénomination	Suspension	Moteur	Formule des roues
T01	19t	19.xxx F	BB	R5	4x2/2
T02	19t	19.xxx FL	BL	R5	4x2/2
T03	19t	19.xxx FLL	LL	R5	4x2/2
T04	19t	19.xxx FA	BB	R5	4x4/2
T05	23t	23.xxx FNLL	LLL	R5	6x2/2 6x2-4
T06	26t	26.xxx FNL	BLL	R5	6x2/2 6x2-4
T07	26t	26.xxx FNLL	LLL	R5	6x2/2 6x2-4
T08	26t	26.xxx FVL	BLL	R5	6x2/4
T09	26t	26.xxx DF	BBB	R5	6x4/2
T10	26t	26.xxx DFL	BLL	R5	6x4/2
T12	27/33t	27.xxx DFA	BBB	R5	6x6/2
T15	32t	32.xxx VF	BBBB	R5	8x4/4
T16	35/41t	35.xxx VF	BBBB	R5	8x4/4
T17	32t	32.xxx VFLR	BBLL	R5/R6	8x4/4
T18	27/33t	27.xxx DF	BBB	R5	6x4/2
T20	19t	19.xxx FLL	LL	R5	4x2/2
T31	19t	19.xxx F	BB	R6	4x2/2
T32	19t	19.xxx FL	BL	R6	4x2/2
T33	19t	19.xxx FLL	LL	R6	4x2/2
T34	19t	19.xxx FA	BB	R6	4x4/2
T35	23t	23.xxx FNLL	LLL	R6	6x2/2 6x2-4
T36	26t	26.xxx FNL	BLL	R6	6x2/2 6x2-4
T37	26t	26.xxx FNLL	LLL	R6	6x2/2 6x2-4
T38	26t	26.xxx FVL	BLL	R6	6x2/4
T39	26t	26.xxx DF	BBB	R6	6x4/2
T40	26t	26.xxx DFL	BLL	R6	6x4/2
T42	27/33t	27.xxx DFA	BBB	R6	6x6/2
T43	40t	40.xxx DF	BBB	R6	6x4/2
T44	40t	40.xxx DFA	BBB	R6	6x6/2
T45	32t	32.xxx VF	BBBB	R6	8x4/4
T46	35/41t	35.xxx VF	BBBB	R6	6x2/4
T48	27/33t	27.xxx DF	BBB	R6	6x2/2
T50	19t	19.xxx FLL	LL	R6	4x2/2
T62	19t	19.xxx FL	BB	V10	4x2/2
T70	26t	26.xxx DFL	BLL	V10	6x4/2
T72	27/33t	27.xxx DFA	BBB	V10	6x6/2
T78	27/33t	27.xxx DF	BBB	V10	6x4/2

Tableau 16: Véhicules spéciaux, usine ÖAF

TNR	Tonnage	Dénomination	Suspension	Moteur	Formule des roues
E40	26t	26.xxx DFLR	BBB	R6	6x4/2
E41	41t	41.xxx VFA	BBBB BBLL	R6	8x8/4 8x4/4
E42	26t	26.xxx FVL	BLL	R6	6x2/4
E47	28t	28.xxx FAN 28.xxx DFA	BBB	R5	6x4-4 6x6-4
E50	30/33t	33.xxx DFAL	BLL	R5	6x6/2
E51	19t	19.xxx FL	BL	R5	4x2/2
E52	19t	19.xxx FAL	BL	R5	4x4/2
E53	26t	26.xxx FNL	BLL	R5	6x2-4 6x4-4
E54	26t	26.xxx FN	BBB	R5	6x2/2
E55	32t	32.xxx VFL	BBLL	R5	8x2/4 6x2-6 8x4/4
E56	26t	26.xxx FAVL	BLL	R5	6x4/4
E58	41/50t	41.xxx VFA	BBBB	R5	8x8/4 8x6/4 8x4/4
E59	33t	33.xxx DFL	BLL	R5	6x2/2 6x4/2
E60	30/33t	33.xxx DFAL	BLL	R6	6x6/2
E61	19t	19.xxx FL	BL	R6	4x2/2
E62	19t	19.xxx FAL	BL	R6	4x4/2
E63	26t	26.xxx FNL	BLL	R6	6x2-4 6x4-4
E64	26t	26.xxx FN	BBB	R6	6x2/2
E65	32t	32.xxx VFL	BBLL	R6	8x2/4 8x2-6 8x4/4
E66	26t	26.xxx FAVL	BLL	R6	6x4/4
E67	28t	28.xxx FANL 28.xxx FNAL	BLL	R6	6x4-4 6x6-4
E68	41/50t	41.xxx VFA	BBBB	R6	8x8/4 8x6/4 8x4/4
E69	33t	33.xxx DFL	BLL	R6	6x2/2 6x4/2
E72	33t	33.xxx DFAP	BHH	R6	6x6-4
E73	32/35t	32.xxx FVNL	BLLL	R6	8x2/4 8x2-6
E74	42t	42.xxx VFP	BBHH	R6	8x4-6
E75	41t	41.xxx DFVL	BLBB BLLL	R6	8x4/4

Tableau 16: Véhicules spéciaux, usine ÖAF

TNR	Tonnage	Dénomination	Suspension	Moteur	Formule des roues
E77	50t	50.xxx VFVP	BBHHH	R6	10x4-8
E78	42t	42.xxx VFAP	BBHH	R6	8x8-6
E79	50t	50.xxx VFAVP	BBHHH	R6	10x8-8
E88	35t	36.xxx VFL	BBLL	V10	8x4/4
E94	40t	40.xxx DFA 40.xxx DFAL	BBB BLL	V10	6x6/2
E95	41t	41.xxx DFVL	BLBB BLLL	V10	8x4/4
E98	50t	50.xxx VFA	BBBB	V10	8x8/4
E99	33t	33.xxx DF 33.xxx DFL	BBB BLL	V10	6x4/2

2.5 Dénomination des moteurs

Tableau 17: Désignation des moteurs

	X	XX	X	X	X(X)	(X)	(X)	(X)
	D	08	2	6	L		F	
Moteur diesel	D							
+ 100mm = diamètre d'alésage des cylindres en mm		08						
multiplié par 10 + 100 = course en mm			2					
nombre de cylindres				6				
principe d'admission d'air					L			
variante de puissance								
montage du moteur							F	

Explication des lettres:

D	=	diesel
E	=	gaz naturel
L	=	refroidissement de l'air de suralimentation
F	=	montage à l'avant, moteur vertical
H	=	montage à l'arrière, moteur vertical (autobus)

Tableau 18: Exemple de dénomination de moteur

	D	28	4	0	L	F
Moteur diesel	D					
+ 100mm = alésage de 128mm		28				
multiplié par 10 + 100 = course de 140mm			4			
0 = 10 cylindres				0		
refroidissement de l'air de suralimentation					L	
montage à l'avant, vertical						F

3. Généralités

3.1 Conventions juridiques et processus d'homologation

Les règlements nationaux doivent être respectés. Les entreprises effectuant le travail restent responsables même après l'homologation du véhicule si les instances compétentes homologuent celui-ci alors qu'elles ignoraient si la sécurité du produit en question était assurée.

3.1.1 Conditions préalables

L'entreprise effectuant les travaux doit respecter en plus de ces directives pour les carrosseries, la totalité des

- lois et décrets
- directives de prévention des accidents
- manuels du chauffeur

concernant le fonctionnement et la carrosserie du véhicule. Les normes ne sont que des standards techniques ne définissant donc que les exigences minimales à observer. Celui qui ne s'efforce pas de respecter ces exigences minimales fait preuve de négligence.
Les normes sont obligatoires dès lors qu'elles font partie de la réglementation.
Des renseignements donnés au téléphone par MAN suite à des demandes ne nous engagent en aucun cas, à moins qu'ils ne soient confirmés par écrit. Les questions doivent être adressées au service compétent de MAN. Les indications se rapportent à des conditions d'utilisation usuelles en Europe. Les règlements en vigueur en Allemagne comme p. ex. les spécifications de l'équivalent du Service des Mines (StVZO) y occupent une place particulière. Les dimensions, les poids et les autres valeurs de base qui en diffèrent doivent être pris en compte lors de la conception de la carrosserie, de sa fixation et de la configuration du faux-châssis.
La société qui se charge des travaux doit faire en sorte que l'ensemble du véhicule résiste aux conditions d'utilisation.
Les constructeurs ont élaboré leurs propres directives pour certains éléments comme p. ex. les grues de chargement, hayons élévateurs, treuils, etc. Celles-ci doivent également être respectées dans la mesure où elles prescrivent d'autres points ne figurant pas dans les directives MAN.

Les indications relatives aux

- dispositions légales
- directives en matière de prévention des accidents
- prescriptions des Caisses de Prévoyance contre les accidents
- règlement d'exécution des travaux
- autres directives et références

ne sont absolument pas complètes et servent uniquement de première information. Elles ne remplacent aucunement l'obligation faite à l'entreprise de contrôler elle-même. On peut se procurer par l'intermédiaire de la Caisse de Prévoyance contre les accidents ou la Carl-Heymanns-Verlag KG les documents ci-après:

- directives de prévention des accidents
- instructions
- règles de sécurité
- fiches techniques
- autres documents pour la sécurité du travail et la Médecine du travail publiés par la Caisse de Prévoyance contre les accidents.

Ces documents existent sous forme de fascicules séparées et de catalogues.
La consommation de carburant est considérablement influencée par les modifications apportées au véhicule par la carrosserie, sa configuration ainsi que par le fonctionnement d'éléments supplémentaires au moyen du moteur du véhicule. Il est donc demandé à la société effectuant les travaux qu'elle conçoive la construction de manière à ce que la consommation de carburant reste aussi faible que possible.

3.2 Responsabilité

L'entreprise qui fabrique, monte la carrosserie ou procède à la modification (responsabilité du constructeur) est toujours et intégralement responsable

- de la conception
- de la production
- du montage des carrosseries
- et des modifications du châssis

autant d'opérations devant être effectuées suivant les règles de l'art. Il en est de même si MAN a expressément autorisé la carrosserie ou la modification. Le constructeur de la carrosserie continue d'être responsable de son produit même si MAN a autorisé par écrit les carrosseries / transformations. Si l'entreprise effectuant les travaux détecte une erreur au stade de la planification ou dans les intentions

- du client
- de l'utilisateur
- de son propre personnel
- du constructeur du véhicule

elle doit alors attirer l'attention de celui-ci sur l'erreur en question.
L'entreprise est responsable du fait que

- la sécurité de fonctionnement
- la sécurité en roulant
- la possibilité d'entretien
- les propriétés dynamiques du véhicule

ne présentent pas de caractéristique préjudiciable.Pour ce qui est de la sécurité en roulant, l'entreprise doit procéder selon les techniques les plus récentes et les règles de l'art pour ce qui est des points suivants:

- conception
- production des carrosseries
- montage des carrosseries
- modification du châssis
- instructions
- directives d'utilisation.

Des conditions de travail plus difficiles doivent de plus être prises en considération.

3.3 Assurance de la qualité

Une surveillance permanente de la qualité est également indispensable lors de l'exécution, des transformations et de la fabrication / du montage des carrosseries afin de satisfaire pleinement nos clients et en tenant aussi compte de la législation internationale régissant la responsabilité du fait des produits. Ce qui suppose un système d'assurance - qualité qui fonctionne.
Il est recommandé au constructeur des carrosseries de mettre en place un système de gestion de la qualité (p. ex. selon DIN EN ISO 9000 ff ou VDA 8) conforme aux exigences générales et aux règles reconnues et d'apporter la preuve de la qualification requise.
La preuve de la qualification requise peut également être donnée p. ex. comme suit:

- information fournie par le constructeur sur la base d'une liste de contrôle de l'Association Allemande de l'Automobile (VDA) ou d'un autre constructeur de véhicules
- audits positifs des systèmes d'autres constructeurs de véhicules (second-party-audit)
- audit du système de gestion de la qualité par une institution accréditée (third-party-audit)
- présentation d'un certificat en ce sens

Une des preuves ci-dessus de la qualification requise est exigée si MAN passe commande de la carrosserie ou de la modification. La MAN Nutzfahrzeuge AG se réserve le droit de procéder chez le fournisseur à un audit des systèmes selon VDA 8 ou à examiner le déroulement des processus. L'Assurance-Qualité, Service QS est compétente chez MAN pour l'attribution d'une autorisation aux constructeurs de carrosseries. Le volume 8 du VDA a été mis au point en concertation avec des associations de constructeurs de carrosseries ZKF (Association Centrale pour la technique des carrosseries des véhicules) et BVM (Association fédérale du groupement des métiers du travail des métaux en Allemagne) ainsi que ZDH (Association Centrale de l'Artisanat allemand).

Publications :
Volume 8 du VDA, 2e édition 1998, « Assurance-Qualité chez les constructeurs de remorques, carrosseries et conteneurs », disponibles à la « Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA) », http://www.vda-qmc.de/de/index.php.

3.4 Autorisation

Une autorisation délivrée par MAN n'est pas nécessaire pour une carrosserie ou une modification d'un châssis, si les carrosseries ou les modifications ont été réalisées d'après les présentes directives.

Si MAN autorise une carrosserie ou une modification de châssis, cette autorisation se réfère

- pour les carrosseries uniquement à sa compatibilité avec le châssis considéré et les interfaces en rapport avec la carrosserie (p. ex. dimensionnement et fixation du faux-châssis)
- pour les modifications des châssis uniquement à l'adaptation de la conception du châssis concerné.

La mention inscrite par MAN sur les documents techniques présentés afin d'attester son autorisation ne contient pas la vérification des points

- fonction
- conception
- équipement de la carrosserie ou la modification.

L'observation des présentes directives pour les carrosseries ne dégage pas l'utilisateur de son obligation d'exécuter impeccablement la carrosserie ou la modification. La remarque attestant l'autorisation ne concerne que les mesures ou les pièces ressortant des documents techniques présentés.
MAN se réserve le droit de ne pas délivrer des autorisations de carrossage ou des modifications même si une autorisation comparable a déjà été accordée antérieurement. Le progrès technique ne permet pas de traiter automatiquement chaque nouveau cas comme ceux plus anciens.

MAN se réserve en outre le droit de modifier à tout moment ses directives pour les carrosseries ou d'imposer pour chaque châssis des instructions divergeant des directives en question.

Pour simplifier la procédure MAN peut décerner une autorisation globale si plusieurs châssis identiques font l'objet de carrosseries ou de modifications en tous points semblables.

3.5 Présentation des document

Des documents ne doivent être transmis à MAN que si les carrosseries ou les transformations divergent des présentes directives pour les carrosseries. Des documents techniques contrôlables ou pouvant faire l'objet d'une autorisation doivent être envoyés avant le début des travaux sur les véhicules à MAN, Abt. ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »). Les plans des châssis, les fiches techniques, etc. peuvent également être demandés à cette adresse.

Afin d'être rapide la procédure d'autorisation exige:

- au moins deux exemplaires de documents
- un nombre aussi réduit que possible des manuscrits
- renseignements et documents techniques complets.

Les renseignements suivants doivent y figurer

- type de véhicule avec
  - version de la cabine
  - empattement
  - porte-à-faux du cadre
  - longueur du porte-à-faux AR (porte-à-faux du véhicule)
- numéro d'identification du véhicule
- numéro du véhicule (voir 2.2)
- distance entre le centre de la carrosserie et le centre du dernier essieu
- position du centre de gravité de la charge utile et de la carrosserie
- dimensions de la carrosserie
- matériaux et dimensions du faux-châssis utilisés
- fixation de la carrosserie au cadre du châssis
- description des divergences par rapport aux directives pour les carrosseries pour les camions MAN
- remarques signalant éventuellement des véhicules identiques ou similaires.

Documents ne faisant pas l'objet d'un contrôle et d'une autorisation:

- nomenclatures
- prospectus
- informations sans obligation de s'y conformer
- photos.

Quelques unes des carrosseries p. ex. grues de chargement, treuils, etc. exigent des indications spéciales et spécifiques.

Toutes les longueurs importantes inscrites dans le document envoyé doivent de préférence se rapporter au centre d'une roue du premier essieu.

Les plans ne sont valables qu'à condition de porter le numéro qui leur a été attribué. Il est donc interdit de dessiner les carrosseries et les modifications dans les plans des châssis mis à disposition par MAN et de les présenter pour autorisation.

3.6 Garantie

Les demandes en garantie ne peuvent s'exercer que dans le cadre du contrat d'achat signé entre l'acheteur et le vendeur. Le vendeur de l'objet est ensuite tenu de respecter ses obligations en matière de garantie.

Des demandes en garantie ne peuvent être exercées à l'encontre de MAN lorsque l' anomalie en question provient du fait

- que ces directives pour les carrosseries n'ont pas été respectées
- qu'un châssis ne convenant pas a été choisi compte tenu de l'utilisation prévue pour le véhicule
- que le dommage subi par le châssis a été provoqué par
  - la carrosserie
  - la nature / l'exécution du montage de la carrosserie
  - la modification apportée au châssis
  - une utilisation incorrecte.

3.7 Responsabilité

Les défauts constatés par MAN dans l'exécution du travail doivent être corrigés. Dès lors que la loi le permet, toute responsabilité de MAN est exclue en particulier au titre des dommages ultérieurs.

La responsabilité au titre du produit détermine:

- la responsabilité du fabricant pour son produit ou un produit partiel
- le droit à un dédommagement à l'encontre du fabricant d'un produit partiel intégré, à l'encontre du fabricant duquel est exigé le dédommagement, dès lors que le dommage est dû à un défaut dans le produit partiel.

L'entreprise réalisant la carrosserie ou la modification du châssis doit dégager MAN de toute responsabilité à l'égard de son client ou d'autres tiers dès lors qu'un dommage provient du fait que

- l'entreprise n'a pas respecté les présentes directives pour les carrosseries
- la carrosserie ou la modification du châssis ont provoqué des dommages parce que
  - la conception
  - la fabrication
  - le montage
  - les instructions étaient incorrectes ou erronées
- d'une façon quelconque, les principes convenus n'ont pas été respectés.

3.8 Contrôle de type

Tout véhicule mis en circulation en Allemagne doit être officiellement immatriculé. L'immatriculation est effectuée par le service local compétent sur présentation du document de mise en circulation.

Réception d'un véhicule pour l'établissement de son document de mise en circulation (EBE = Einzelbetriebserlaubnis)
Le document de mise en circulation est établi par le service technique (p. ex. DEKRA, TÜA, TÜV...) après inspection du véhiculeen question.

Réception des véhicules complets (ABE = Allgemeine Betriebserlaubnis)
Le document de mise en circulation est établi par le constructeur du véhicule.

Réception des châssis (ABE = Allgemeine Betriebserlaubnis)
Le document de mise en circulation est établi par le constructeur du châssis, un service technique (p. ex. DEKRA, TÜA, TÜV...) le complétant après la réception de la carrosserie.

Une réception complémentaire est prescrite pour les véhicules devant transporter des produits dangereux selon la réglementation sur le transport des matières dangereuses (p. ex. GGVS ou ADR).

Seul le service officiel compétent est habilité à inscrire après coup des modifications concernant l'autorisation d'exploitation du matériel considéré. L'expiration de cette autorisation entraîne automatiquement l'expiration de l'assurance.

Un dessin comportant l'autorisation de MAN doit être présenté à la demande de l' Administration, de l'expert officiel, du client ou des services de MAN; la présentation des calculs requis ou des présentes directives pour les carrosseries suffit éventuellement.

3.9 Sécurité

Les entreprises travaillant sur le châssis / le véhicule sont responsables des dommages dus à une sécurité insuffisante au niveau du fonctionnement et de l'exploitation ou de directives d'utilisation incorrectes. MAN exige donc du constructeur de la carrosserie et de l'entreprise transformant le véhicule:

- une sécurité maximum en conformité avec la technique la plus récente
- des directives d'utilisation compréhensibles et suffisantes
- des indications bien visibles et permanentes aux endroits dangereux pour l'utilisateur et/ou des tierces personnes
- l'observation des mesures de protection indispensables (p. ex. protection contre incendie et explosion)
- des informations complètes en matière de toxicologie
- et en matière d'écologie.

3.9.1 Sécurité de fonctionnement et d'exploitation

La sécurité est prioritaire ! Il convient d'avoir recours à toutes les possibilités techniques permettant d'éviter des anomalies durant le fonctionnement et l'exploitation. Ceci s'applique également à

- la sécurité active = prévention d'accidents. En font partie :
  - la sécurité de conduite résultant de la conception globale du véhicule y compris la carrosserie
  - la sécurité au niveau de la forme physique d'une fatigue corporelle aussi faible que possible des occupants du véhicule du fait de vibrations, bruits, influences climatiques, etc.
  - la sécurité au niveau des perceptions essentiellement grâce à une configuration correcte des dispositifs d'éclairage, des dispositifs d'avertissement, à une visibilité directe suffisante, à une visibilité indirecte suffisante
  - la sécurité au niveau des manœuvres ce qui comprend la possibilité d'une utilisation idéale de la totalité des dispositifs et équipements, y compris ceux de la carrosserie.
- la sécurité passive = éviter et réduire les conséquences des accidents. En font partie :
  - la sécurité extérieure p. ex. la configuration de l'extérieur du véhicule et de la carrosserie quant au comportement aux déformations, le montage des dispositifs de protection
  - la sécurité intérieure qui englobe la protection des occupants des véhicules, mais aussi des cabines montées par les sociétés fabriquant les carrosseries.

Les conditions climatiques et d'environnement ont des répercussions sur:

- la sécurité de fonctionnement
- la disponibilité
- le comportement lors du fonctionnement
- la longévité
- la rentabilité.

Exemples d' influences climatiques et d'environnement:

- influences de la température
- humidité
- substances agressives
- sable et poussière
- rayonnement.

Toutes les pièces devant se déplacer, y compris les câbles et conduites, doivent avoir suffisamment de place.

Les manuels du chauffeur des camions MAN renseignent sur les points d'entretien du véhicule qui doivent toujours être facilement accessibles indépendamment du type de carrosserie. L'entretien doit pouvoir être effectué sans devoir démonter une pièce et sans que rien ne gêne. Il faut prévoir une ventilation et/ou un refroidissement suffisant des organes. Il faut prévoir une ventilation et/ou un refroidissement suffisants des organes.

3.9.2 Manuels pour les camions MAN

Le manuel du chauffeur,

- les intercalaires pour le manuel du chauffeur faisant partie intégrante de celui-ci,
- les recommandations d'entretien,
- le carnet d'entretien,
- les manuels d'entretien (disponibles contre un droit perçu auprès du Service des pièces de rechange) accompagnent chaque camion MAN.

Manuels du chauffeur
Ceux-ci expliquent aux chauffeurs et propriétaires des véhicules tout ce qu'ils doivent savoir pour s'en servir correctement et faire en sorte qu'ils soient toujours en état de marche. On y trouve en outre d'importantes indications relatives à la sécurité.

Intercalaires
Ils précisent les caractéristiques techniques d'un type bien précis de véhicule ou de plusieurs types de véhicules très semblables et complètent ainsi les directives d'utilisation. Les feuilles complémentaires insérables sont également publiées pour les innovations et les modifications techniques apportées à des véhicules bien précis dès lors que le manuel du chauffeur proprement dit n'a pas encore été remis à jour.

Recommandations d'entretien
Elles sont publiées en format DIN A5 comme les instructions d'utilisation. Elles décrivent les systèmes d'entretien et énumèrent les spécifications des fluides et lubrifiants, les contenances des organes et les fluides et lubrifiants homologués. Elles complètent chaque manuel du chauffeur et manuel d'entretien. Le fascicule « Recommandations d'entretien » est réactualisé tous les 6 à 12 mois environ.

Manuels d'entretien
Ils énumèrent tous les points devant être entretenus, les données techniques requises pour l'entretien et décrivent en détail chaque opération.

Les manuels d'utilisation ainsi que les directives d'entretien sont rédigés pour des « Familles de véhicules ». Cela signifie que le manuel du chauffeur « Véhicules à cabine avancée Série Lourde - F 2000 » regroupe la totalité des gros véhicules à cabine avancée quel que soit le type et le nombre d'essieux et le moteur monté. Des manuels du chauffeur et des manuels d'entretien sont exceptionnellement rédigés pour de gros clients.

Carnet d'entretien
Il informe sur les entretiens qu'il faut effectuer et contient des cases devant être remplies afin de prouver que les opérations ont été réalisées correctement et aux dates fixées.

3.9.3 Instructions des carrossiers et entreprises de transformation

L'utilisateur du véhicule a également droit à un manuel du chauffeur après un carrossage ou une transformation du véhicule par un carrossier. Les avantages spécifiques du produit ne servent strictement à rien si le client n'a pas la possibilité

- de s'en servir en toute sécurité et comme il convient
- de l'utiliser rationnellement et facilement
- de l'entretenir comme il faut
- d'en maîtriser toutes les fonctions

Il s'ensuit que chaque carrossier fabriquant des carrosseries et que chaque transformateur doit contrôler ses instructions techniques afin de savoir si elles sont:

- compréhensibles
- complètes
- exactes
- peuvent être suivies correctement
- accompagnées de directives de sécurité spécifiques pour chaque produit.

Un manuel du chauffeur imparfait ou incomplet peut entraîner de très gros risques pour celui qui doit s'en servir.
Les répercussions peuvent être les suivantes:

- exploitation non intégrale du produit car certains de ses avantages n'ont pas pu être reconnus
- réclamations et ennuis
- défaillances et dommages imputés le plus souvent au châssis
- dépenses imprévues et inutiles à cause de réparations et de pertes de temps
- image négative et donc acheteur peu enclin à acquérir de nouveaux produits.

Le personnel doit être informé de la manière de se servir et d'entretenir le matériel en fonction de la carrosserie du véhicule ou de la modification qui y a été apportée. Cette initiation doit également englober l'influence qui peut en résulter sur le comportement statique et dynamique du véhicule.

3.10 Limitation de la responsabilité au titre des accessoires / pièces de rechange

La sécurité sur la route et le fonctionnement du véhicule peuvent être compromis et des situations dangereuses survenir en raison d'accessoires et de pièces de rechange pas fabriqués par MAN ou dont l'utilisation pour ses produits n'a pas été autorisée.
La MAN Nutzfahrzeuge Aktiengesellschaft (respectivement le vendeur) n'assume aucune responsabilité au titre des demandes de réparation des dommages, quelle qu'en soit la nature, dont la cause découle du fait que le véhicule a été combiné à un accessoire d'un autre constructeur, à moins que la MAN Nutzfahrzeuge Aktiengesellschaft (respectivement le vendeur) n'ait elle-même commercialisé l'accessoire en question ou monté celui-ci sur le véhicule (respectivement sur l'objet du contrat).

3.11 Autorisations exceptionnelles

Sur demande écrite MAN peut accorder des exceptions par rapport aux prescriptions techniques existantes dès lors que celles-ci sont compatibles avec la sécurité de roulage et l'exploitation. Ces mesures portent p. ex. sur:

- les charges autorisées sur les essieux
- le poids total en charge autorisé
- les modifications apportées aux
  - pièces incorporées
  - le montage après coup de certains organes et sous-ensembles
  - la modification des dimensions

Une autorisation exceptionnelle délivrée par MAN, c'est-à-dire permettant de s'écarter des prescriptions techniques en vigueur n'a aucune valeur pour l' administration compétente. MAN ne peut en rien influencer l'attribution d'autorisations exceptionnelles par les organes administratifs. En Allemagne, une autorisation exceptionnelle doit être demandée au gouvernement régional compétent et délivrée par celui-ci si la mesure en question ne relève pas des spécifications de l'équivalent du service des mines en Allemagne (StVZO). Toute autorisation exceptionnelle doit être contrôlée et réceptionnée par un expert officiel puis inscrite dans les documents du véhicule par le service chargé de son immatriculation. Il suffit qu'un contrôleur officiel confirme que le montage a été effectué correctement si une expertise des pièces conforme à § 19 / 3 StVZO est disponible.

Les cas les plus fréquents suscitant une demande d'autorisation technique exceptionnelle sont les suivants:

- changement de pneumatiques (voir 3.12)
- augmentation de la charge remorquée autorisée (3.13)
- augmentation de la charge autorisée sur l'essieu avant (3.14)
- augmentation du poids total en charge autorisé (voir 3.15).

3.12 Changement de pneumatiques

La charge autorisée sur les essieux dépend également de l'indice de portance des pneus. La charge autorisée sur les essieux diminue proportionnellement si cet indice est inférieur à la charge techniquement ou légalement autorisée sur les essieux du camion. Inversement la charge autorisée sur les essieux n'augmente pas si les pneus montés sont caractérisés par un indice de portance supérieur à la charge autorisée de série sur les essieux. Les marques sur les pneus et les manuels fournis par leurs fabricants donnent les renseignements sur les données techniques des pneus en question. Les points ci-après doivent donc être respectés:

- indice de portance du pneu (indice de charge)
  - si monte simple
  - si monte double
- lettre indiquant la vitesse
- pression de gonflage des pneus
- vitesse maxi du véhicule du fait de sa conception.

La taille des pneus et des jantes doivent s'adapter l'un à l'autre. La concordance du pneu doit être autorisée:

- avec une jante bien précise du fabricant des pneus et des jantes
- avec un véhicule bien précis de MAN.

Une autorisation écrite de MAN n'est alors nécessaire que si les pneus prévus ne figurent pas dans les papiers du véhicule.
Une modification des pneus influence:

- la partie mécanique
  - vitesse du véhicule
  - traction
  - aptitude en côte
  - valeurs de freinage
  - consommation du carburant
- la partie dimensions du véhicule
  - hauteur au-dessus du sol
  - écrasement des pneus
  - angle de braquage
  - cercle de braquage
  - rayon de virage
  - espace libre pour le mouvement des pneus
- propriétés dynamiques

La vitesse de référence d'un pneu ne doit pas être dépassée ou alors uniquement en tenant compte d'une déduction au niveau de la portance. En matière de vitesse de référence ce n'est pas la vitesse maxi autorisée du véhicule qui est déterminante mais la vitesse maximale résultant de la conception même de celui-ci. Cette vitesse maxi dictée par la conception est en fait la vitesse maximale possible en fonction du régime moteur et de la démultiplication totale ou la vitesse maximale possible suite à l'installation d'un limiteur.

Il existe des pneus qui indépendamment de leur portance ou de la charge supportée ne doivent pas dépasser une vitesse maximale prescrite et fonction de la conception du véhicule.

Certains véhicules bien précis, les véhicules de lutte contre les incendies et les citernes d'aérodromes p. ex., peuvent se voir attribuer un indice de résistance plus élevé en raison de la spécificité de leur utilisation (se reporter aux documents des fabricants de pneus et de jantes).

Des pneus d'une taille différente sur le / les essieux AV et AR des véhicules toutes roues motrices ne sont possibles que si la différence au niveau de la circonférence n'excède pas 2 %. Impérativement tenir compte des remarques du chapitre « Carrosseries » pour ce qui est des chaînes antidérapantes, la portance et de l'espace disponible pour le mouvement.

Le réglage des projecteurs doit être contrôlé et modifié le cas échéant si l'on monte des pneus d'une taille différente sur le / les essieux AV et AR. Cette opération doit être directement effectuée sur les phares même s'il s'agit de véhicules avec un correcteur de portée d'éclairage (voir également le chapitre « Circuit électrique, conduites », paragraphe « Système d'éclairage »).

Lorsqu'il s'agit de véhicules équipés de limiteurs de vitesse maximale (HGB) ou d'un ABS et ASR, ces appareils doivent être reprogrammés une fois les pneus changés. Cette opération ne peut être réalisée qu'au moyen du système de diagnostic MAN-CATS. Les indications suivantes sont indispensables si MAN doit confirmer un changement de pneus:

- modèle du véhicule MAN
- numéro d'identification du véhicule (voir 2.2)
- numéro du véhicule (voir 2.2)
- le changement de pneus n'a lieu
  - que sur le / les essieux AV
  - que sur le / les essieux AR
  - sur toutes les roues
- taille souhaitée pour les pneus:
  - à l'avant
  - à l'arrière
- taille souhaitée pour les jantes:
  - à l'avant
  - à l'arrière
- charge autorisée souhaitée pour les essieux
  - à l'avant
  - à l'arrière
- poids total en charge autorisé souhaité
- charges actuelles autorisées
- charge autorisée à sur l'essieu avant
- charge autorisée à l'essieu arrière
- poids total en charge autorisé
- vitesse maxi actuelle en fonction de la conception.

3.13 Augmentation de la charge remorquée autorisée

MAN peut établir une attestation de conformité technique si une charge remorquée supérieure à celle de série est souhaitée.
La charge remorquée maxi est limitée par:

- la réglementation officielle
- le dispositif de remorquage installé
- la traverse arrière
- la puissance moteur minimale
- le système de freinage
- la conception de la chaîne cinématique (p. ex. boîte de vitesses, rapport de pont, refroidissement du moteur).

Les traverses AR de série pour les dispositifs de remorquage ne conviennent généralement pas pour les remorques à timon rigide / les remorques à essieu central. La traverse arrière ne permet pas non plus d'utiliser de telles remorques même si le dispositif de remorquage en place l'autoriserait compte tenu de la charge suspendue autorisée sur timon. La charge suspendue autorisée sur timon et la valeur „D" ne constituent pas à elles seules des critères suffisants pour le choix de la traverse arrière.
Le chapitre « Dispositifs d'accouplement » renferme deux tableaux de correspondance indiquant l'affectation des traverses arrière aux différents véhicules.

Lorsqu'un camion porteur est utilisé en tant que véhicule tracteur, il peut alors s'avérer nécessaire de le transformer en un véhicule tracteur de remorque. Le véhicule transformé doit être conforme à la notion de « véhicule tracteur de remorque ».
Cette notion est définie par les directives concernées.

Si MAN doit établir une attestation, il faut fournir les indications suivantes:

- modèle du véhicule MAN
- numéro d'identification du véhicule ou numéro du véhicule (voir 2.2)
- poids total en charge autorisé
- dispositif de remorquage prévu
- charge remorquée souhaitée.

3.14 Augmentation de la charge autorisée sur les essieux

Si la charge autorisée de série sur les essieux ne suffit pas, une charge supérieure peut alors être acceptée pour certains véhicules.
Il est toutefois indispensable que le véhicule en question soit équipé pour la charge supérieure sur le / les essieux AV des composants requis p. ex. ressorts, pneumatiques et équipement de freinage. Si MAN doit établir une attestation, il faut fournir les données suivantes:

- modèle du véhicule MAN
- numéro d'identification du véhicule ou numéro du véhicule (voir 2.2)
- poids total en charge autorisé
- charge autorisée sur l'essieu AV
- charge autorisée sur l'essieu AR
- vitesse maximale en fonction de la conception du véhicule
- taille des pneumatiques et des jantes sur tous les essieux
- charges autorisées souhaitées.

3.15 Augmentation du poids total en charge autorisé

Un poids total en charge autorisé supérieur à celui de série exige que les éléments requis à cet effet soient montés. Si le poids total en charge autorisé plus élevé que celui de série dépasse celui autorisé par la loi, le législateur, en Allemagne, n'accepte en règle générale que des poids plus élevés qu'à condition qu'il faille transporter des objets indivisibles. Il n'existe pas de loi obligeant l'administration à accorder une telle exception.

Se mettre en rapport avec MAN, service ESC, (voir l'adresse en haut sous « Editeur ») quant à la possibilité d'augmenter le poids total.

Les données suivantes sont indispensables pour pouvoir demander une confirmation:

- modèle du véhicule MAN
- numéro d'identification du véhicule ou numéro du véhicule (voir 2.2)
- poids total en charge autorisé
- charge autorisée sur l'essieu AV
- charge autorisée sur l'essieu AR
- vitesse maxi
- taille actuelle des pneumatiques à l'avant et à l'arrière
- taille actuelle des jantes à l'avant et à l'arrière

3.16 Réduction du poids total en charge autorisé

MAN ne prescrit aucune modification technique en cas de réduction du poids total en charge autorisé. L'expert officiel effectuant les opérations détermine les nouvelles charges autorisées sur les essieux. La nécessité ou non de procéder à des modifications techniques est décidée par les services officiels compétents.

3.17 Termes techniques, dimensions et poids

Les règlements nationaux et internationaux ont priorité sur les dimensions et les poids techniques admis dès lors qu'ils limitent ceux-ci. On trouvera dans les documents et les documents MANTED® quotidiennement réactualisés les informations nécessaires:

- dimensions
- poids
- position du centre de gravité pour la charge utile et la carrosserie (position minimale et maximale de la carrosserie)

du véhicule de série. Les données qui y sont indiquées peuvent changer selon l'équipement technique du véhicule. L'équipement réel du véhicule lors de sa construction et au moment de sa livraison est déterminant. Le châssis livré doit toujours être pesé avant de commencer la réalisation de la carrosserie de manière à obtenir une charge utile optimale. La meilleure position du centre de gravité pour la charge utile et la carrosserie ainsi que la longueur optimale de celle-ci doit être déterminée en faisant de nouveaux calculs.
En raison des tolérances de fabrication les écarts de poids par rapport aux châssis de série peuvent être de ± 5 % selon DIN 70020. Ces différences par rapport à l'équipement de série se remarquent plus ou moins au niveau des dimensions et des poids. MAN tient compte des tolérances admises. Des différences au niveau des dimensions et des poids sont possibles suite à un équipement modifié tout spécialement si on a procédé à un changement de pneus entraînant aussi une modification des charges autorisées.
Des différences au niveau des dimensions par rapport à la série p. ex. une modification du centre de gravité de la charge utile peuvent influencer les charges sur les essieux et la charge utile.

Quelle que soit la carrosserie toujours faire en sorte que

- les charges autorisées sur les essieux ne soient jamais dépassées (voir 3.17.1)
- une charge minimale suffisante sur le / les essieux AV soit obtenue (voir 3.18)
- le centre de gravité et la charge ne s'exercent pas unilatéralement (voir 3.17.1)
- la longueur autorisée pour le porte-à-faux (porte-à-faux du véhicule) ne soit pas dépassée (voir 3.19)

3.17.1 Surcharge sur les essieux chargement unilatéral

Figure 1: Surcharge de l'essieu AV ESC-052

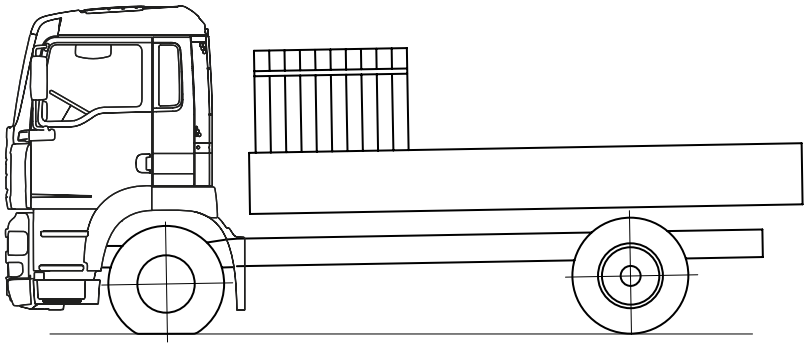


Figure 2: Chargement unilatéral ESC-054

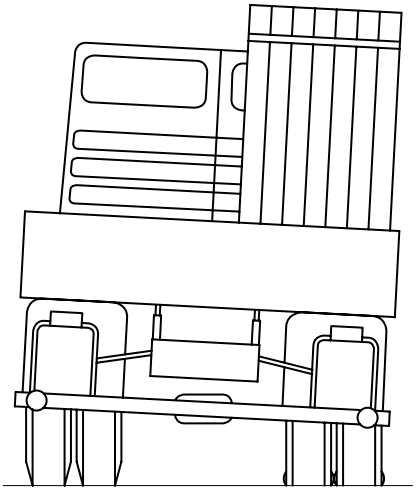
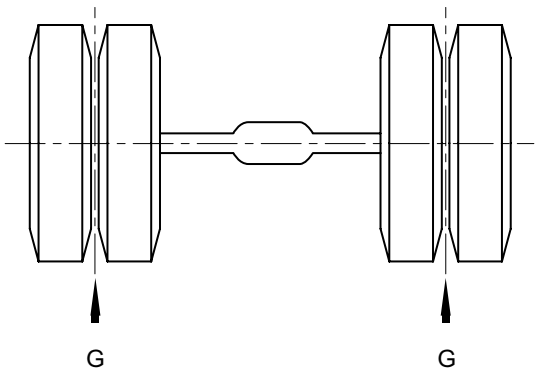


Figure 3: Différence de charge sur les roues ESC-126



Formule 1: Différence de charge sur les roues

$$\Delta G \leq 0{,}04 \bullet G_{réel}$$

Des charges unilatérales sur les roues ne doivent pas se produire au stade des calculs initiaux de la carrosserie.
Une différence de 4 % au maximum entre les charges sur les roues est autorisée lors des contrôles ultérieurs.
Tenir compte du fait que 100 % représentent la charge réelle sur l'essieu et pas la charge autorisée sur celui-ci.

Exemple:

Charge réelle sur essieu $G_{réel}$ = 11.000kg

Différence de charge autorisée sur les roues par conséquent:

$$\Delta G = 0{,}04 \cdot G_{réelle} = 0{,}04 \cdot 11.000kg$$
$$\Delta G = 440kg$$

La charge sur la roue gauche est donc p. ex. de 5720kg et de 5280kg sur la roue droite.
La charge maximale calculée pour les roues ne fournit aucune information sur la charge autorisée pour chaque roue compte tenu des pneus montés. Des manuels techniques des fabricants des pneus fournissent les informations requises.

3.18 Charge minimale sur l'essieu avant

Afin que le véhicule puisse être conduit quel que soit son chargement, l'essieu avant doit subir une charge mini conforme aux chiffres du tableau 19.

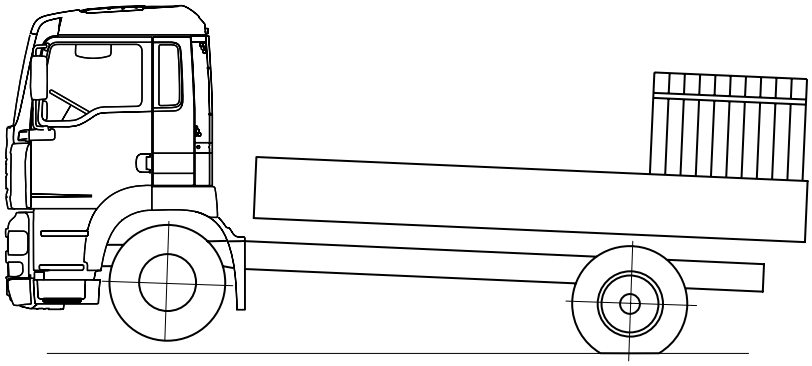
Tableau 19: Charge minimale sur l'essieu / les essieux avant à chaque état de charge en % du poids réel respectif du véhicule

SDAH = remorque à timon rigide ZAA = remorque à essieu central PT = poids total (véhicule/remorque)							
Série Nombre d'essieux	Formule des roues	PT [t]	sans SDAH ZAA	avec SDAH ZAA PT ≤ 11t	avec SDAH ZAA PT ≤ 18t	Tridem SDAH ZAA PT > 18t	Autre charge arrière p. ex. grue
tous les véhicules à deux essieux	4x2, 4x4 4x2, 4x4 4x2, 4x4	≤ 10 ≤ 15 > 15	**25%** **25%** **25%**	**30%** **30%** **25%**	**35%** **30%** **25%**	**non autorisé** **non autorisé** **30% uniquement TGA et F2000**	**30%** **30%** **30%**
plus de deux essieux	6x2, 6x4, 6x6 8x4, 8x2 8x6, 8x8	> 19	**20%**	**25%***	**25%***	**30%**	**25%**
S'il y a plus d'un essieu avant la valeur en % s'entend comme somme des charges sur les essieux avant. En cas d'utilisation avec SDAH / ZAA + autres charges arrière (p. ex. hayon élévateur, grue) c'est la valeur la plus élevée qui est valable *) = -2% en cas d'essieux poussés/traînés directeurs							

Etant donné que les chiffres se rapportent au poids total du véhicule, ils sont valables charges supplémentaires éventuelles à l'arrière comprises, par exemple:

- charge d'appui par la remorque à essieu central
- grue de chargement à l'arrière du véhicule
- hayons élévateurs
- chariot élévateur transportable.

Figure 4: Charge minimale sur l'essieu avant ESC-051



3.19 Longueur autorisée du porte-à-faux

Par longueur théorique du porte-à-faux (porte-à-faux du véhicule y compris la carrosserie) on entend la distance entre le centre de l'essieu arrière (déterminé par l'empattement théorique) et l'extrémité du véhicule. Pour la définition, voir les figures du paragraphe suivant 3.20. Exprimées en pourcentage de l'empattement théorique les valeurs maximum suivantes sont autorisées:

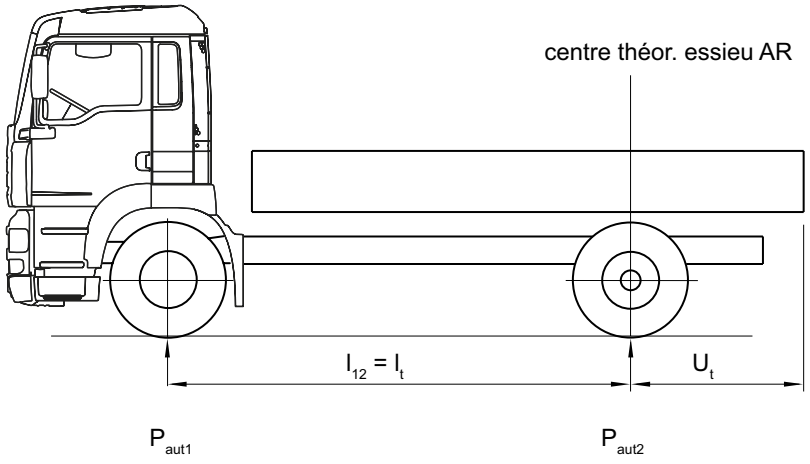
- véhicules à deux essieux 65 %
- tous les autres véhicules 70 %

Les valeurs ci-dessus peuvent être dépassées de 5 % sans équipement pour tirer une remorque. Il est toutefois indispensable que les charges minimales sur l'essieu avant indiquées dans le tableau 19 du paragraphe 3.18 soient respectées quelles que soient les conditions d'utilisation du véhicule.

3.20 Empattement théorique, porte-à-faux, centre théorique des essieux

L'empattement théorique facilite le calcul de la position du centre de gravité et des charges sur les essieux. La définition ressort des figures ci-après. Attention: l'empattement ayant une incidence en courbe et servant au calcul des cercles décrits par la roue avant extérieure n'est pas toujours identique à l'empattement théorique nécessaire pour les calculs des poids.

Figure 5: Empattement théorique et porte-à-faux du deux essieux ESC-046



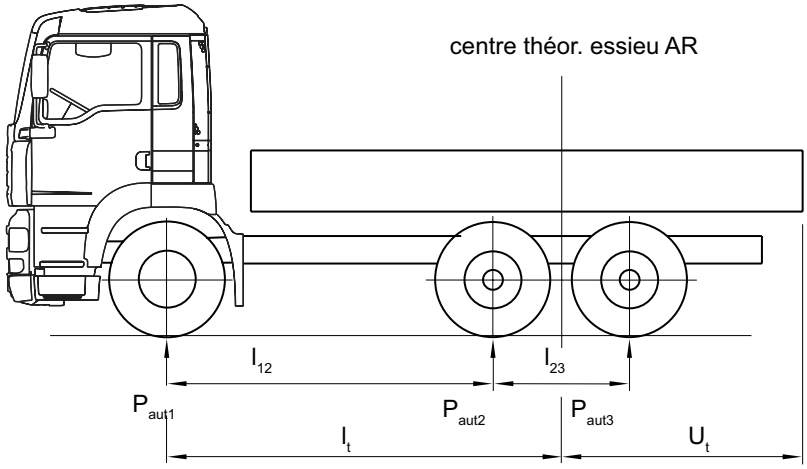
Formule 2: Empattement théorique du deux essieux

$l_t = l_{12}$

Formule 3: Longueur autorisée pour le porte-à-faux du deux essieux

$U_t \leq 0{,}65 \bullet l_t$

Figure 6: Empattement théorique du véhicule à trois essieux avec deux essieux arrière à charge identique ESC-047



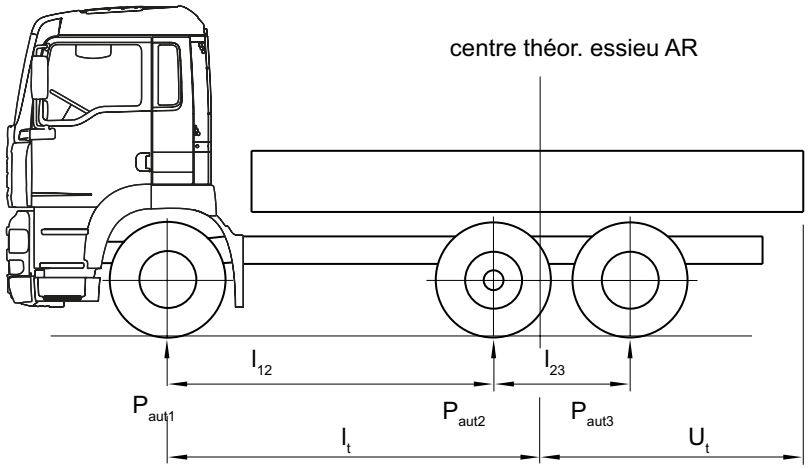
Formule 4: Empattement théorique du véhicule à trois essieux avec deux essieux arrière à charge identique

$l_t = l_{12} + 0{,}5 \bullet l_{23}$

Formule 5: Longueur de porte-à-faux théorique autorisée du véhicule à trois essieux avec deux essieux arrière à charge identique

$U_t \leq 0{,}70 \bullet l_t$

Figure 7: Empattement théorique du véhicule à trois essieux avec deux essieux arrière à charges différentes (dans la gamme de véhicules MAN p. ex. tous les 6x2/2, 6x2-2, 6x2/4 und 6x2-4) ESC-048



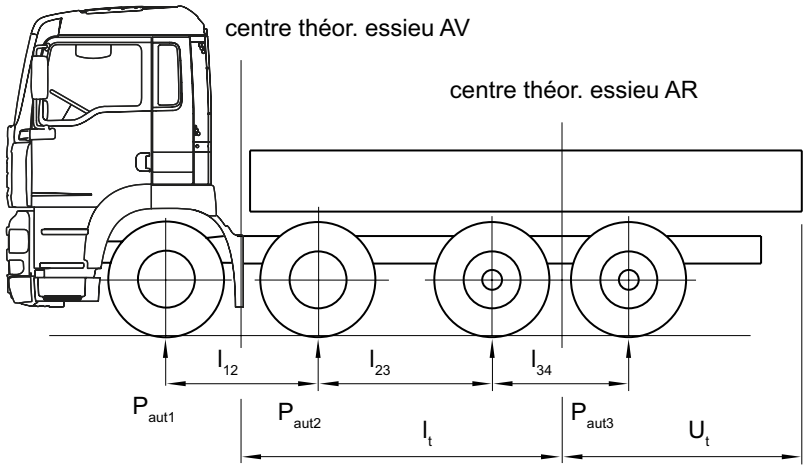
Formule 6: Empattement théorique du véhicule à trois essieux avec deux essieux arrière à charges différentes

$$l_t = l_{12} + \frac{P_{aut3} \bullet l_{23}}{P_{aut2} + P_{aut3}}$$

Formule 7: Longueur de porte-à-faux autorisée du véhicule à trois essieux avec essieux arrière à charges différentes

$$U_t \leq = 0{,}70 \bullet l_t$$

Figure 8: Empattement théorique et porte-à-faux du quatre essieux avec deux essieux AV et deux essieux AR (n'importe quelle répartition de la charge sur les essieux) ESC-050



Formule 8: Empattement théorique du quatre essieux avec deux essieux AV et deux essieux AR (n'importe quelle répartition de la charge sur les essieux)

$$l_t = l_{23} + \frac{P_{aut1} \cdot l_{12}}{P_{aut1} + P_{aut2}} + \frac{P_{aut4} \cdot l_{34}}{P_{aut3} + P_{aut4}}$$

Formule 9: Longueur autorisée pour le porte-à-faux du quatre essieux avec deux essieux AV et deux essieux AR

$$U_t \leq 0{,}70 \cdot l_t$$

3.21 Calcul de la charge sur les essieux et pesage

Le calcul de la charge sur les essieux est absolument indispensable pour concevoir correctement la carrosserie. Une concordance optimale entre la carrosserie et le camion n'est possible qu'à condition que le véhicule soit pesé avant de commencer à travailler sur la carrosserie, les poids pesés devant ensuite être pris en compte dans le calcul de la charge sur les essieux. Les poids indiqués dans les documents pour la vente ne concernent que l'équipement de série d'un véhicule, des tolérances de fabrication peuvent survenir, voir 3.17 « Termes techniques, dimensions et poids ».

Le véhicule doit être pesé:

- sans chauffeur
- avec le réservoir de carburant plein
- avec le frein de stationnement desserré, mettre des cales au véhicule
- lever le véhicule en position de déplacement normal si suspension pneumatique
- descendre les essieux relevables
- ne pas actionner les dispositifs d'assistance au démarrage.

Peser dans l'ordre suivant:

- deux essieux
  - 1er essieu
  - 2e essieu
  - tout le véhicule pour contrôle
- trois essieux avec deux essieux AR
  - 1er essieu
  - 2e essieu avec le 3e
  - tout le véhicule pour contrôle
- quatre essieux avec deux essieux AV et deux essieux AR
  - 1er avec le 2e
  - 3e avec le 4e
  - tout le véhicule pour contrôle.

3.22 Pesage des véhicules équipés d'un essieu traîné

Les poids indiqués dans les documents pour la vente et MANTED® des véhicules équipés d'un essieu traîné ont été déterminés essieu abaissé. La répartition des charges sur l'essieu AV et l'essieu moteur après avoir relevé l'essieu traîné doit être déterminée soit en pesant ou en procédant à des calculs. Un exemple de calcul se trouve au chapitre « Calculs ».

4. Modification du châssis

Afin de pouvoir réaliser le produit souhaité par le client, des composants supplémentaires doivent éventuellement être montés, rapportés ou transformés. Pour autant que compatibles avec la conception choisie, nous recommandons l'utilisation de composants d'origine MAN pour des raisons d'uniformité et de maintenance. Pour tout conseil concernant les composants ajoutés s'adresser au dépt. VE, pour plus de détails se reporter au chapitre « Généralités ».

Pour réduire au maximum les opérations de maintenance, nous recommandons d'avoir recours à des composants présentant des intervalles d'entretien et de maintenance identiques à ceux du châssis MAN. Il faut, le cas échéant, s'informer auprès du fabricant des composants et demander son accord si on a l'intention de faire coïncider les intervalles d'entretien et de maintenance.

4.1 Sécurité au poste de travail

Il faut observer les directives en matière de prévention des accidents, tout spécialement:

- ne pas inhaler des gaz / des vapeurs nocifs comme p. ex. les gaz d'échappement des moteurs, les substances nocives dégagées en soudant, les vapeurs des produits de nettoyage et des solvants, les aspirer au moyen de dispositifs appropriés.
- mettre des cales aux véhicules pour les empêcher de rouler inopinément.
- lors de la dépose faire en sorte que les organes et groupes ne puissent pas tomber brusquement.
- respecter les directives spéciales concernant les véhicules équipés d'un moteur à gaz naturel, voir 4.14 « Moteur à gaz ». dans ce chapitre.

4.2 Protection contre la corrosion

La protection des surfaces contre la corrosion influence la longévité et l'aspect du produit.
La qualité du revêtement des carrosseries devrait donc toujours être égale à celle du châssis.
Afin que cette exigence soit respectée pour les carrosseries commandées par MAN, il faut impérativement appliquer la Norme usine M3297 de MAN «Protection contre la corrosion et systèmes de revêtement pour les carrosseries réalisées en sous-traitance». Si la carrosserie est commandée par le client, cette norme est alors considérée comme étant une recommandation ; sa non-observation exclue alors toute garantie par MAN pour les conséquences. On peut se procurer les normes d'usine de MAN via le service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »).
Les châssis MAN fabriqués en série sont revêtus d'une peinture de finition à 2 composants à base d'eau sans danger pour l'environnement et séchée à des températures de séchage jusqu'à 80°C environ. Afin de garantir une qualité homogène, la structure de revêtement suivante est préconisée pour tous les éléments métalliques de la carrosserie et du faux-châssis:

- surface des composants avec le métal apparent ou grenaillée (SA 2,5)
- apprêt: couche adhérente de préparation EP à 2 composants, comme autorisé d'après norme d'usine M 3162-C de MAN ou - si possible - KTL d'après norme d'usine M3078-2 de MAN avec traitement au préalable au phosphate de zinc
- peinture de finition à 2 composants (2K) selon la norme d'usine M 3094 de MAN de préférence à base d'eau ; possible également à base de solvant si les équipements nécessaires font défaut. A la place de la couche d'apprêt et de la peinture de finition, une galvanisation à chaud est également possible pour le soubassement de la carrosserie (p. ex. longerons, traverses et goussets d'assemblage, l'épaisseur de couche doit être ≥ 80 µm.

La marge de manœuvre pour les durées de séchage et de durcissement ainsi qu'au niveau des températures est indiquée dans les fiches techniques du fabricant des laques et peintures. Lors du choix et de la combinaison de différents métaux (p. ex. aluminium et acier), il faut tenir compte de l'effet de la série de tensions électrochimiques sur les phénomènes de corrosion aux surfaces limites (isolation). Il faut également penser à la compatibilité des métaux entre eux ; p. ex. la série de tensions électrochimiques p.ex. (cause de la corrosion par contact).

Après tous les travaux effectués sur les châssis:

- enlever les copeaux
- ébarber les arêtes
- protéger les corps creux avec de la cire.

Les éléments mécaniques de liaison (boulons, écrous, rondelles, goujons p. ex.) qui ne sont pas peints, doivent être protégés impeccablement contre la corrosion.

Tous les châssis arrivés chez le carrossier doivent être lavés à l'eau claire afin de faire disparaître les traces de sel et donc d'éviter toute corrosion due à l'action du sel durant les périodes d'immobilisation de la phase de construction de la carrosserie.

4.3 Entreposage des véhicules

En cas de mise hors service ou d'immobilisation de ≥ 3 mois, traiter impérativement le châssis conformément à la norme M3069 de MAN Partie 3 « Protection temporaire contre la corrosion; mise hors service limitée dans le temps des véhicules industriels ».
Afin que les opérations soient effectuées adéquatement veuillez consulter la succursale MAN / l'atelier agréé le plus près.
Lorsqu'il s'agit de véhicules mis hors service, tenir compte des indications données dans le chapitre « Circuit électrique, conduites », paragraphe « Traitement des batteries » conduites", section „Traitement des batteries" et conformément à la durée de l'immobilisation.

4.4 Matériaux et caractéristiques des cadres

4.4.1 Matériaux pour les cadres et les faux-châssis

En vue d'une dénomination uniforme en Europe le Comité Européen de Normalisation CEN a élaboré de nouvelles normes s'appliquant aux aciers entre autres aussi pour ceux importants dans la fabrication des véhicules industriels, à savoir les aciers de construction pour usage général (DIN EN 10025) et les aciers de construction à grain fin (DIN EN 10149). Ces normes remplacent les dénominations en vigueur jusqu'ici selon DIN / SEW. Les numéros des matériaux ont été repris tels quels par la Normalisation Européenne d'où la possibilité de trouver le nom abrégé d'un matériau en se basant sur le numéro déjà connu de celui-ci.
Des aciers portant les dénominations ci-dessous sont employés pour les cadres / les faux-châssis:

Tableau 20: Aciers et leur dénomination abrégée selon l'ancienne et la nouvelle norme

N° du matériau	Ancienne dénom. du matériau	Ancienne norme	$\sigma_{0,2}$ [N/mm²]	$\sigma_{0,2}$ [N/mm²]	Nouvelle dénom. du matériau	Nouvelle norme	Aptitude pour les cadres/les faux-châssis
1.0037	St37-2*	DIN 17100	≥ 235	340-470	S235JR	DIN EN 10025	ne convient pas
1.0570	St52-3	DIN 17100	≥ 355	490-630	S355J2G3	DIN EN 10025	bonne aptitude
1.0971	QStE260N*	SEW 092	≥ 260	370-490	S260NC	DIN EN 10149-3	uniquement pour L2000 4x2, pas pour charges ponctuelles
1.0974	QStE340TM	SEW 092	≥ 340	420-540	(S340MC)		pas pour charges ponctuelles
1.0978	QStE380TM	SEW 092	≥ 380	450-590	(S380MC)		convient bien
1.0980	QStE420TM	SEW 092	≥ 420	480-620	S420MC	DIN EN 10149-2	convient bien
1.0984	QStE500TM	SEW 092	≥ 500	550-700	S500MC	DIN EN 10149-2	convient bien

* Les matériaux S235JR (St37-2) et S260NC (QStE260N) ne conviennent pas ou que sous certaines conditions pour des raisons de solidité. Ils ne sont donc homologués que pour les longerons et les traverses des faux-châssis, ceux-ci n'étant, en effet, soumis qu'à des charges dispersées et non ponctuelles émanant de la carrosserie. Les organes et groupes rapportés et caractérisés par une introduction locale des forces comme hayon élévateur, grue, treuil, p. ex. exigent dans tous les cas des aciers avec une limite d'élasticité $\sigma_{0,2}$ > 350 N/mm².

4.4.2 Caractéristiques des cadres

Le tableau 21 est structuré en sorte qu'une référence pour les profilés et les cadres se trouve sous le numéro du type et de l'empattement. Cette référence indique dans le tableau 22 les caractéristiques des profilés du cadre.

Tableau 21: Affectation des numéros des profilés des cadres

Tonnage	Type	Version	Empattement	N° des profilés
L2000				
8t	L20	LC	tous	12
	L21	LC	sauf*	
	L33	LLC		
	L34	LLC		
8t	L22	LAC, LAEC	tous	
	L23	LAC, LAEC		21
9t	L20	LC, LK		
	L21	LC, LK		
	L33	LLC, LLS	tous	13
	L34	LLC, LLS		
10t	L24	LC, LK		
	L25	LC, LK	tous	
	L35	LLC, LLS		13
	L36	LLC, LLS		
10t	L26	LAC, LAEC		
	L27	LAC, LAEC	tous	21
* 13 est le numéro du profilé des types L20, L21, L33, L34 si: Suffix = LLS (tracteur) ou suffixe = LK-LV (Pré-équipement pour grue devant la carrosserie) ou empattement = 3.000 ou empattement ≥ 4.600				
M2000L				
12t	L70	LC, LK	tous	5
	L71	LC, LK		
	L72	LLC, LLK		
	L73	LLC, LLK		
14t	L74	LC, LK		
	L75	LC, LK	< 4.500	5
	L76	LLC, LLK	≥ 4.500	19
	L77	LLC, LLK		
	L79	LLLC		
14t	L80	LAC, LAK	tous	19
15t	L81	LC, LK		
	L82	LC, LK	< 4.500	5
	L83	LLC, LLK	≥ 4.500	19
	L84	LLC, LLK		
	L86	LLLC		
	L87	LC, LK		
18t	L88	LLC, LLK	< 5.500	27
	L89	LLLC	≥ 5.500	28
18t	L90	LAC, LAK	tous	26
20t	L84	LNLC	3.675+1.350	5
	L86	LNLLC	> 3.675+1.350	19
26t	L95	DLC		27

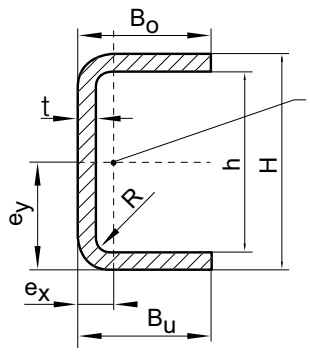
Tableau 21: Affectation des numéros des profilés des cadres

Tonnage	Type	Version	Empattement	N° des profilés
M2000M				
14t	M31 M32 M32 M33 M34	MC, MK MLC MLS MLLC MAC, MAK		19 19 27 19 19
18t 18t	M38 M39 M40 M41	MC, MK MLC, MLS MLLC MAC, MAK	< 5.750 ≥ 5.750 tous	27 28 26
25t	M42 M43 M44	MNLC MNLLC MVLC	tous	28
F2000				
19t 19t	T01 T02 T03 T04 T31 T32 T33 T34 T62 T20 T50	F FL FLL FA F FL FLL FA FL FLL FLL	≤ 4.800 > 4.800 tous	23 22 23
23t 6x2	T05 T35	FNLL FNLL	tous	23
26t 6x2 26t 6x4	T06 T07 T08 T36 T37 T38 T09 T10 T39 T40 T70	FNL FNLL FVL FNL FNLL FVL DF DFL DF DFL DFL	tous (en option selon châssis) tous	22 23 23
27/33t 6x4 6x6	T12 T18 T42 T48 T72 T78	DFA DF DFA DF DFA DF	tous sauf DFC: ≥ 3.825+1.400 DFAC: ≥ 4.025+1.400	23 24 24
40t 6x4 / 6x6	T43 T44	DF DFA	tous	24 24
32/35/41t 8x4	T15 T16 T45 T46	VF VF VF VF	tous sauf VF-TM VF/N-HK	22 23 23

Tableau 21: Affectation des numéros des profilés des cadres

Tonnage	Type	Version	Empattement	N° des profilés
E2000				
19t 4x2 19t 4x4	E51 E61 E52 E62	FLK/M, FLS/M FALS, FALK	tous tous	23 22
26t 6x2/4 6x2-4 6x4-4 6x4/4 6x4/2 6x6/2	E42 E53 E63 E56 E66 E40	FVLC FNLC FAVLC, FAVLK DFARC, DFRS DFRLS	tous tous tous tous	24 22 22 23
28t 6x4-4 6x6-4	E47 E67	FANLC FNALC	tous	29
30/33t 6x4, 6x6	E50 E60	FNALC DFALC		
32 t 8x2/4 8x2/6 8x4/4	E55 E65	VFNLC VFLC	≤ 2.600 > 2.600	23 22
33t 6x2/2 6x4/2 33t 6x6-4	E59 E69 E99 E72	DF DFL DFAP	 tous tous	 24 29
32t / 35t	E73	FVNL	tous	22
35t	E88	VFL	tous	22
35t / 41t 50t	E58 E68	VF VFA	35t / 41t 50t	22 29
41t	E75 E95	DFVS DFVLS	tous	29
42t	E74 E78	VFP VFAP	tous	29
50t	E77 E79	VFVP VFAVP	tous	29

Figure 9: Explication des données des profilés ESC-128



Centre de gravité S de la surface

Remarque:

1) membrures supérieure et inférieure de 13mm d'épaisseur
2) rayon extérieur 10mm

Tableau 22: Données des profilés des longerons du cadre

N°	H [mm]	h [mm]	B_o [mm]	B_u [mm]	t [mm]	R [mm]	G [kg/m]	$\sigma_{0,2}$ [N/mm²]	σ_B [N/mm²]	A [mm²]	e_x [mm]	e_y [mm]	I_x [cm⁴]	W_{x1} [cm³]	W_{x2} [cm³]	I_y [cm⁴]	W_{y1} [cm³]	W_{y2} [cm³]
1	220	208	80	85	6	10	17	420	480…620	2.171	21	110	1.503	138	135	135	64	21
2	222	208	80	80	7	10	20	420	480…620	2.495	20	111	1.722	155	155	142	71	24
3	222	208	75	75	7	10	19	420	480…620	2.425	18	111	1.641	148	148	118	66	21
4	224	208	75	75	8	10	22	420	480…620	2.768	19	112	1.883	168	168	133	70	24
5	220	208	70	70	6	10	16	420	480…620	2.021	16	110	1.332	121	121	85	53	16
6	322	306	80	80	8	10	29	420	480…620	3.632	17	161	4.821	299	299	176	104	28
7	262	246	78	78	8	10	24	420	480…620	3.120	18	131	2.845	217	217	155	86	26
8	260	246	78	78	7[1)]	10	21	420	480…620	2.733	18	130	2.481	191	191	138	77	23
9	224	208	80	80	8	10	22	420	480…620	2.848	20	112	1.976	176	176	160	80	27
10	262	246	80	80	8	10	25	420	480…620	3.152	19	131	2.896	221	221	167	88	27
11	273	247	85	85	7[1)]	6[2)]	31	355	510	3.836	26	136	4.463	327	327	278	108	47
12	209	200	65	65	4,5	8	11	260	420	1.445	15	105	868	83	83	52	35	10
13	210	200	65	65	5	8	13	260	420	1.605	15	105	967	92	92	58	39	12
14	220	208	70	80	6	10	16	420	480…620	2.081	18	107	1.399	124	124	105	58	17
15	222	208	70	80	7	10	19	420	480…620	2.425	18	108	1.638	144	144	120	67	19
16	234	220	65	65	7	8	19	420	480…620	2.381	15	117	1.701	145	145	80	53	16
17	220	208	75	75	6	10	16	420	480…620	2.081	18	110	1.400	127	127	103	57	18
18	218	208	70	70	5	10	13	420	480…620	1.686	16	109	1.105	101	101	72	45	13
19	222	208	70	70	7	10	18	420	480…620	2.355	17	111	1.560	141	141	97	57	18
20	260	246	70	70	7	10	21	420	480…620	2.621	15	130	2.302	177	177	101	67	18
21	210	200	65	65	5	8	13	420	480…620	1.605	15	105	967	92	92	58	39	12
22	330	314	80	80	8	10	29	420	480…620	3.696	17	165	5.125	311	311	177	104	28
23	270	254	80	80	8	10	25	420	480…620	3.216	18	135	3.118	231	231	168	93	27
24	274	254	80	80	10	10	31	420	480…620	4.011	19	137	3.919	286	286	204	107	33
25	266	254	80	80	6	10	19	420	480…620	2.417	18	133	2.325	175	175	130	72	21
26	224	208	70	70	8	10	21	420	480…620	2.688	17	112	1.789	160	160	109	64	21
27	268	254	70	70	7	10	21	420	480…620	2.677	15	134	2.482	185	185	102	68	19

Tableau 22: Données des profilés des longerons du cadre

Nr.	H [mm]	h [mm]	B_o [mm]	B_u [mm]	t [mm]	R [mm]	G [kg/m]	$\sigma_{0,2}$ [N/mm²]	σ_B [N/mm²]	A [mm²]	e_x [mm]	e_y [mm]	I_x [cm⁴]	W_{x1} [cm³]	W_{x2} [cm³]	I_y [cm⁴]	W_{y1} [cm³]	W_{y2} [cm³]
28	270	254	70	70	8	10	24	420	480…620	3.056	17	135	2843	211	211	114	76	21
29	334	314	80	80	10	10	36	420	480…620	4.611	16	167	6.429	385	385	215	126	34
30	328	314	80	80	7	10	25	420	480…620	3.237	16	164	4.476	273	273	158	99	25
31	270	254	85	85	8	10	26	500	550…700	3.296	20	135	3.255	241	241	201	101	31
32	270	251	85	85	9,5	10	30	500	550…700	3.879	21	135	3.779	280	280	232	110	36
33	334	314	85	85	10	10	37	420	480…620	4.711	19	167	6.691	401	401	257	135	39
34	270	256	85	85	6,8	10	22	500	550…700	2.821	19	135	2.816	209	209	174	92	26
35	220	212	70	70	4	10	11	420	480…620	1.367	16	110	921	84	84	59	37	11
36	220	211	70	70	4,5	10	12	420	480…620	1.532	16	110	1.026	93	93	65	41	12
37	220	206	70	70	7	10	18	420	480…620	2.341	17	110	1.526	139	139	97	57	18
38	220	204	70	70	8	10	21	420	480…620	2.656	17	110	1.712	156	156	108	64	20
39	270	256	70	70	7	10	21	420	480…620	2.691	15	135	2.528	187	187	102	68	19
40	270	256	70	70	7	10	21	500	550…700	2.691	15	135	2.528	187	187	102	68	19
41	270	254	70	70	8	10	24	420	480...620	3.056	15	135	2.843	211	211	114	76	21

4.5 Modification du cadre

4.5.1 Perçages, rivets et assemblages par vis dans le cadre

Utiliser si possible les perçages existant déjà dans le cadre. Il est interdit d'effectuer des perçages dans les ailes des profilés des longerons du cadre, donc dans les membrures du haut et du bas (voir figure 11). La seule exception à cette règle concerne l'extrémité arrière du cadre, en dehors de la zone de l'ensemble des pièces servant à soutenir le dernier essieu et placées sur le cadre (voir figure 12). Il en est de même pour le faux-châssis.

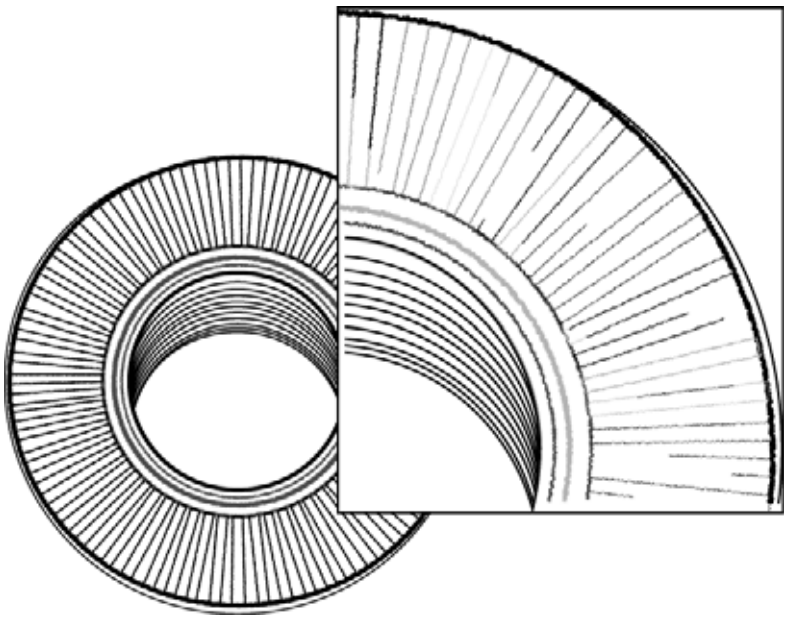
Des perçages sont possibles sur toute la longueur utile du cadre (voir figure 13). Le respect des distances autorisées entre les perçages selon la figure 14 est toutefois une condition indispensable.

Après le perçage, aléser et ébarber tous les perçages.

De nombreuses liaisons entre les pièces du cadre et les pièces rapportées à celui-ci (p. ex. goussets d'assemblage avec traverse, tôles d'introduction de poussée, équerres de plateaux) sont rivetées de série. Si des modifications sont apportées après coup à ces pièces, il est alors permis de se servir d'une boulonnerie conforme au minimum à la classe de résistance 10.9 avec protection mécanique contre les desserrages. MAN recommande des boulons/écrous nervurés. Respecter le couple de serrage indiqué par le fabricant.

En cas de remontage de vis nervurées, il faut utiliser des vis et des écrous neufs côté serrage. On reconnaît le côté de serrage aux légères traces sur les nervures dans la collerette des vis et des écrous (voir la figure 10).

Figure 10: Traces dans les nervures côté serrage ESC-216



Il est également possible à titre de remplacement de se servir de rivets très résistants (p. ex. Huck®-BOM, goujons avec bagues de fermeture) en les utilisant selon les instructions du fabricant. Aussi bien pour ce qui est de l'exécution que de la résistance, la liaison rivetée doit au minimum être équivalente à la liaison boulonnée.

Les boulons à bride sont également autorisés en principe. MAN attire l'attention sur le fait que les boulons à bride exigent une bonne précision lors du montage, tout spécialement lorsque les longueurs de blocage sont faibles.

Figure 11: Perçages dans les membrures du haut et du bas du cadre ESC-155

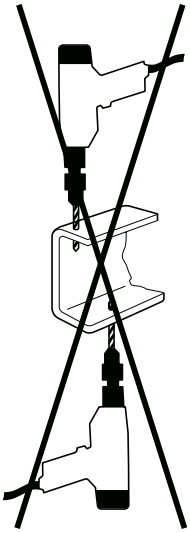


Figure 12: Perçages à l'extrémité du cadre ESC-032

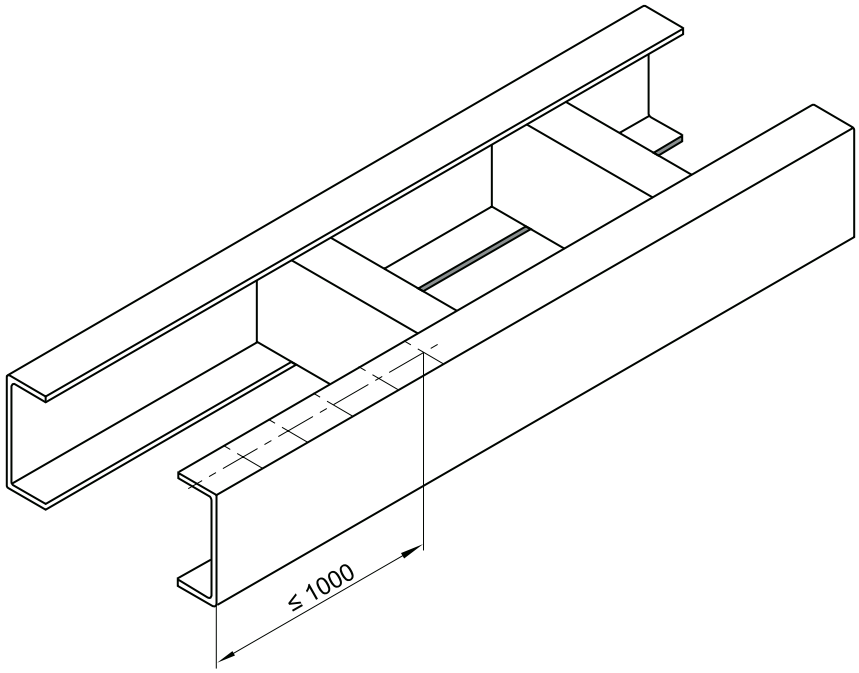


Figure 13: Perçages sur toute la longueur du cadre ESC-069

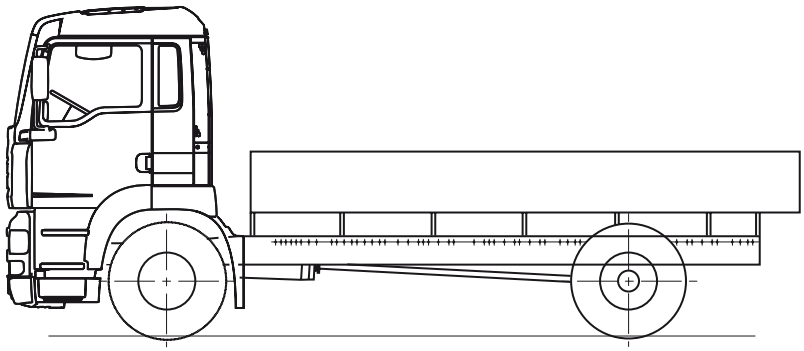
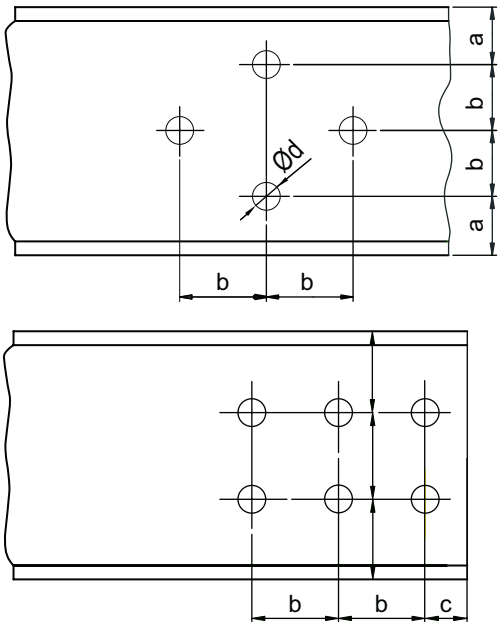


Figure 14: Distances entre les perçages ESC-021



a ≥ 40
b ≥ 50
c ≥ 25

4.5.2 Découpes dans le cadre

Il est interdit d'effectuer des découpes dans les longerons du cadre et dans les traverses (voir figure 15).

Il ne doit y avoir aucune influence négative sur la fonction des traverses du cadre. C'est la raison pour laquelle des découpes ne sont pas autorisées et des perçages ainsi que des évidements ne sont possibles que dans des proportions limitées.
Exemples, voir figures 16 et 17.

Ne jamais évider ou percer des traverses constituées de profils tubulaires.

Figure 15: Découpes dans le cadre ESC-091

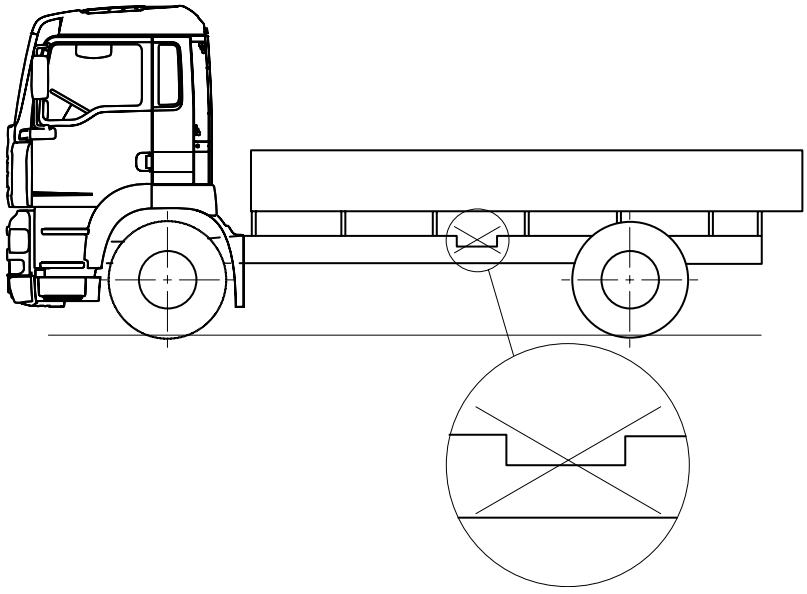
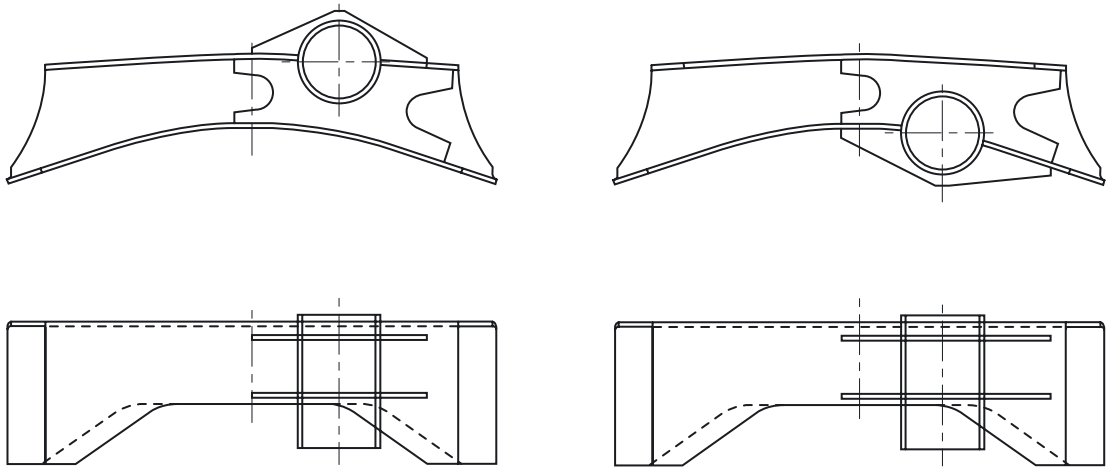


Figure 16: Evidement de la traverse du cadre en haut ESC-125 **Figure 17:** Evidement de la traverse du cadre en bas ESC-124



4.5.3 Soudage sur le cadre

Les opérations de soudure sur le châssis requièrent des connaissances spécialisées particulières et l'entreprise qui les exécutent doit donc disposer pour les opérations de soudage nécessaires d'un personnel formé et qualifié en conséquence (p. ex. en Allemagne selon les fiches techniques DVS 2510 - 2512 «Soudage de remise en état pour les véhicules utilitaires», à se procurer auprès de la maison d'édition DVS.

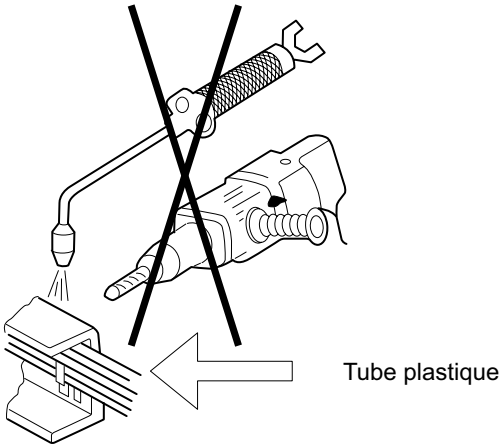
Toutes les autres opérations de soudage sur le cadre et les pièces de guidage d'essieu sont interdites si elles ne sont pas décrites dans ces directives de carrosserie ou dans les manuels de réparation MAN.
Les travaux de soudage sur les éléments soumis à une homologation de type (p. ex. les dispositifs de jonction) ne peuvent être effectués que par le détenteur de « l'homologation de type pour les pièces de véhicule » - en règle générale le fabricant ou l'importateur. Tenir compte des prescriptions spéciales pour le traitement des véhicules équipés d'un moteur à gaz naturel, voir 5.14 « Moteur à gaz ».

Les cadres des véhicules industriels de MAN sont fabriqués avec des aciers très résistants à grain fin. L'acier à grain fin utilisé convient pour le soudage. Les procédés de soudage Mag (soudage à l'arc sous protection de gaz actif) ou E (soudage électrique à l'arc) garantissent des soudures durables de haute qualité quand elles sont effectuées par des soudeurs qualifiés.
Matériaux de soudage auxiliaires recommandés:

MAG	fil SG 3
E	électrode B 10

Une préparation minutieuse de l'endroit à souder est importante pour la réussite d'une liaison de grande qualité.
Les pièces sensibles à la chaleur doivent être protégées ou démontées. Les points de raccordement de la partie à souder sur le véhicule et la borne de masse de l'appareil de soudage doivent être dépourvus de tout revêtement; d'où la nécessité d'enlever la peinture, les traces de corrosion, d'huile, de graisse, les salissures, etc. Le soudage doit toujours être effectué avec du courant continu en veillant à la polarité des électrodes.

Figure 18: Protection des pièces sensibles à la chaleur ESC-156



Les conduites (électricité, air) à proximité de la soudure doivent être protégées des effets de la chaleur, la meilleure solution étant de les retirer.

Renoncer au soudage si la température ambiante descend en dessous de +5°C.

Les opérations de soudage doivent être réalisées sans sillons de pénétration (voir soudures d'angle figure 19). Des criques dans le cordon de soudure sont interdites. Les cordons de raccordement sur les longerons doivent être exécutés sous forme de cordons en V ou X en plusieurs passes (voir figure 20). Les soudures verticales doivent être réalisées comme soudures montantes (voir figure 21).

Figure 19: Sillons de pénétration ESC-150

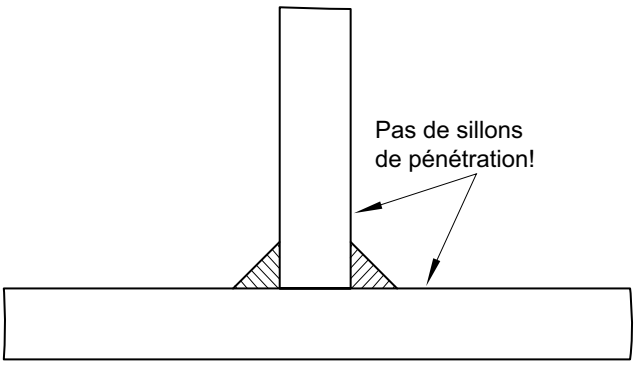


Figure 20: Soudure pour cordons en X et Y ESC-003

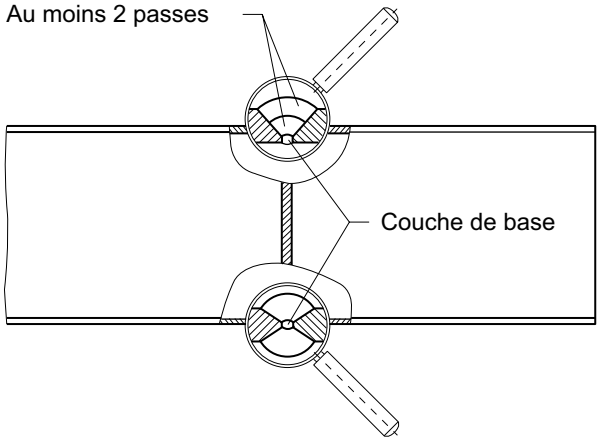
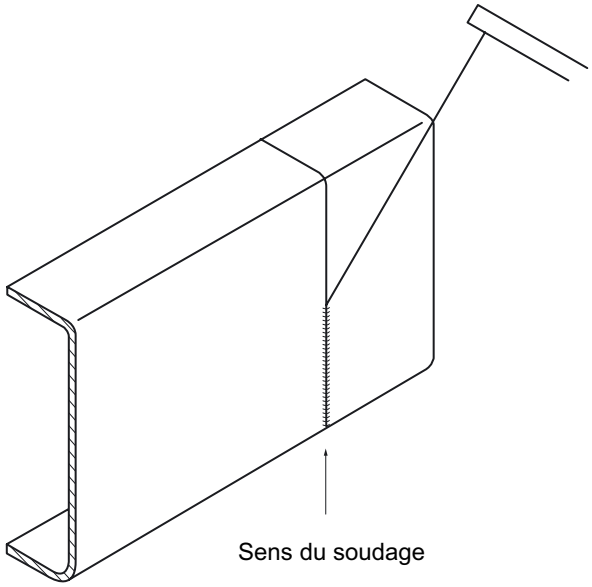


Figure 21: Soudure verticale sur le cadre ESC-090



Respecter la procédure suivante afin de ne pas endommager des composants électroniques
(p. ex. alternateur, radio, ABS, EDC, ECAS):

- débrancher les câbles - et + des batteries, relier entre elles les extrémités détachées des câbles (toujours - avec +)
- enclencher le robinet de batterie (interrupteur mécanique) ou shunter le robinet électrique de batterie au niveau de l'aimant(débrancher les câbles et les relier entre eux)
- fixer la pince de masse de l'appareil de soudage directement à l'endroit devant être soudé et de façon que la conduction électrique se fasse bien
- si deux pièces doivent être soudées ensemble, les relier de sorte que la conduction électrique se fasse bien (raccorder les deux pièces avec la pince de masse par ex)
- Il n'est pas nécessaire de débrancher les composants électroniques si les conditions susmentionnées sont respectées.

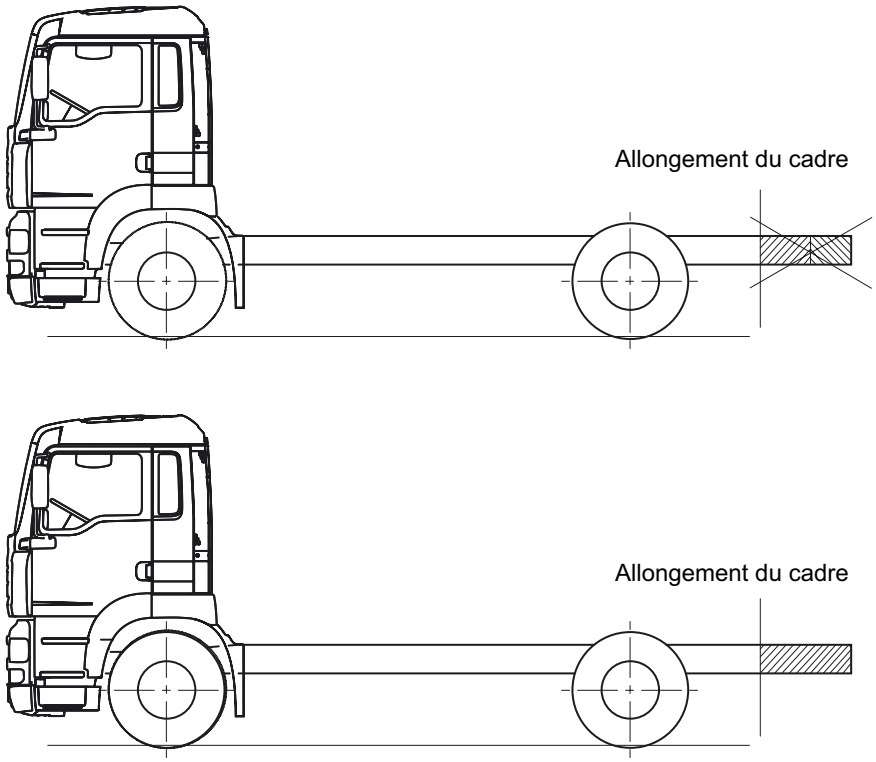
4.5.4 Modification du porte-à-faux du cadre

Une modification du porte-à-faux arrière déplace le centre de gravité pour la charge utile et la carrosserie, d'où une modification des charges sur essieux. Seul un calcul de la charge sur essieux peut montrer si cette modification est autorisée.
Ce calcul donc est obligatoire et doit être effectué avant le début du travail. Un exemple pour un calcul de charte sur essieu se trouve au chapitre 8 « Calculs ». En cas d'allongement du porte-à-faux, le profilé à souder doit être d'une qualité comparable à celle du longeron de cadre d'origine (voir les tableaux 221 et 22) et au moins de qualité S355J2G3 = St 52-3 (tableau 20).

Il est interdit d'allonger le porte-à-faux avec plusieurs morceaux d'un profilé. Si un allongement a déjà été réalisé précédemment, le longeron du cadre doit alors être coupé jusqu'à sa longueur initiale puis allongé conformément au porte-à-faux prévu en y ajoutant un profilé ayant la longueur requise (voir figure 22).

Des faisceaux de câbles déjà préparés sont disponibles chez MAN pour les allongements des cadres.
On peut se les procurer via le service des pièces de rechange. Il faut observer les remarques concernant la pose des câbles dans le chapitre 6 « Circuit électrique, conduites ».

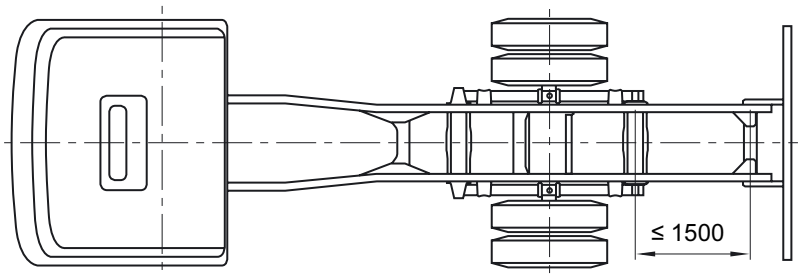
Figure 22: Allongement du porte-à-faux du cadre ESC-093



Si un allongement est envisagé sur des véhicules caractérisés par un porte-à-faux court, laisser en lieu et place la traverse existante entre les supports arrière des ressorts.

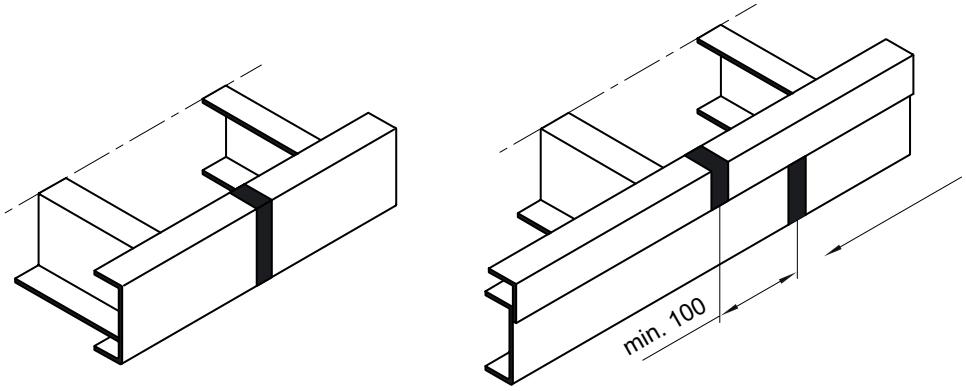
Une traverse complémentaire doit impérativement être prévue pour le cadre si la distance entre les traverses dépasse 1500mm (voir figure 23). Une tolérance de + 100mm est autorisée. Il doit toujours y avoir une traverse finale.

Figure 23: Distances maximales des traverses du cadre ESC-092



En cas d'allongement simultané du porte-à-faux du cadre et du faux-châssis, les cordons de soudure et les points de raccordement doivent être distants les uns des autres d'au moins 100mm, le cordon de soudure du faux-châssis devant être placé devant celui du cadre (voir figure 24).

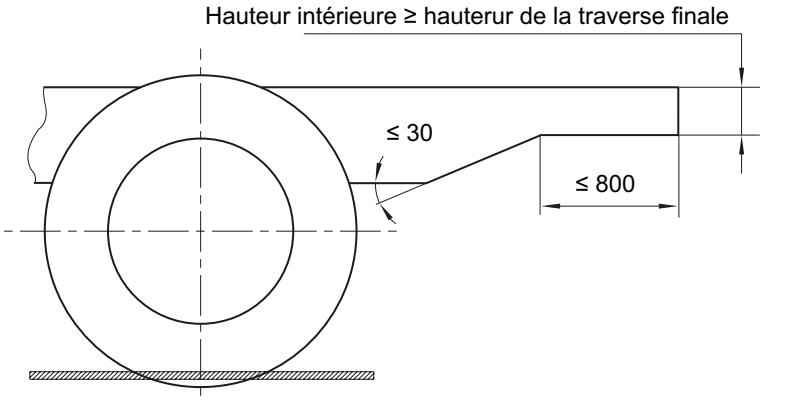
Figure 24: Allongement du cadre et du faux-châssis ESC-017



Une charge attelée supérieure à celle de série n'est pas possible après avoir allongé le porte-à-faux du cadre.
La charge attelée maximale technique est possible si le porte-à-faux du cadre est raccourci.

Il est permis de rétrécir l'extrémité arrière du cadre conformément à la figure 25. La réduction de la section du longeron du cadre ainsi provoquée doit néanmoins avoir encore une résistance suffisante. Des rétrécissements au niveau des pièces de guidage d'un essieu ne sont pas permis.

Figure 25: Rétrécissements à l'extrémité du cadre ESC-108


Hauteur intérieure ≥ hauterur de la traverse finale
≤ 30
≤ 800
Pas de rétrécissement au niveau des pièces de guidage
d'un essieu

Les extrémités arrière des longerons du châssis et de la carrosserie doivent être fermées au moyen de recouvrements appropriés. Des recouvrements appropriés sont par ex. des plaques métalliques, des capuchons en caoutchouc ou en matières synthétiques adéquates (voir par ex. §32 StVZO « Directives relatives à la composition et la mise en place des pièces extérieures d'un véhicule », explication n°21). Ceci ne s'applique pas aux longerons de la carrosserie dès lors qu'ils sont repoussés ou protégés par la traverse correspondante ou d'autres constructions appropriées.

4.6 Modifications de l'empattement

L'empattement influence la charge possible sur les essieux AV et AR et de ce fait aussi bien la conception de la statique du véhicule de même que sa dynamique de roulage et de freinage. Le calcul de la charge sur les essieux est donc absolument indispensable avant de modifier l'empattement. Un exemple de calcul des charges sur les essieux se trouve dans le chapitre « Calculs ».
Des modifications de l'empattement sont possibles en :

- déplaçant l'intégralité de l'essieu arrière
- séparant les longerons du cadre et en ajoutant ou retirant une section du cadre.

S'il s'agit de types avec une direction à tringlerie pour essieu poussé /traîné (par ex. 6x2/4 M44, T08, T38, L84, L86), la tringlerie doit alors être repensée, MAN ne pouvant proposer aucune aide si l'empattement recherché n'est pas disponible départ usine.

S'il s'agit de types avec une direction hydraulique forcée de l'essieu traîné „ZF-Servocom® RAS" (par ex. 6x2-4 T35 T36 T37), des leviers de direction caractérisés par un autre angle de braquage selon le tableau 23 doivent être installés sur l'essieu traîné, en fonction de l'ampleur de la modification de l'empattement des essieux 1 et 2.

Tableau 23: Levier de direction pour 6x2-4 avec « direction ZF-Servocom® RAS » de l'essieu traîné

Empattement [mm] essieux 1 - 2	Levier de direction Référence	Angle de braquage de l'essieu traîné
≤ 4.100	81.46705.0366	16,5
4.100 ≤ 5.000	81.46705.0367	15
> 5.000 - max. 6.000	81.46705.0368	12

Les cordons de soudure doivent être protégés par des profils angulaires selon figures 26 et 27 en cas de modifications de l'empattement en séparant les longerons du cadre. S'il s'agit d'un cadre avec des profils départ usine, il faut en outre, comme décrit sur le plan, souder bord à bord le profil ajouté à celui départ usine, le cordon de soudure des profils ne devant pas être au même endroit que celui du cadre.

Le nouvel empattement doit rester entre le plus petit et le plus grand empattement de série du véhicule de série correspondant (d'après le numéro du type, voir le chapitre « Généralités »).

Les arbres de transmission et les traverses doivent être disposés comme avec l'empattement de série si le nouvel empattement est conforme à un empattement de série.

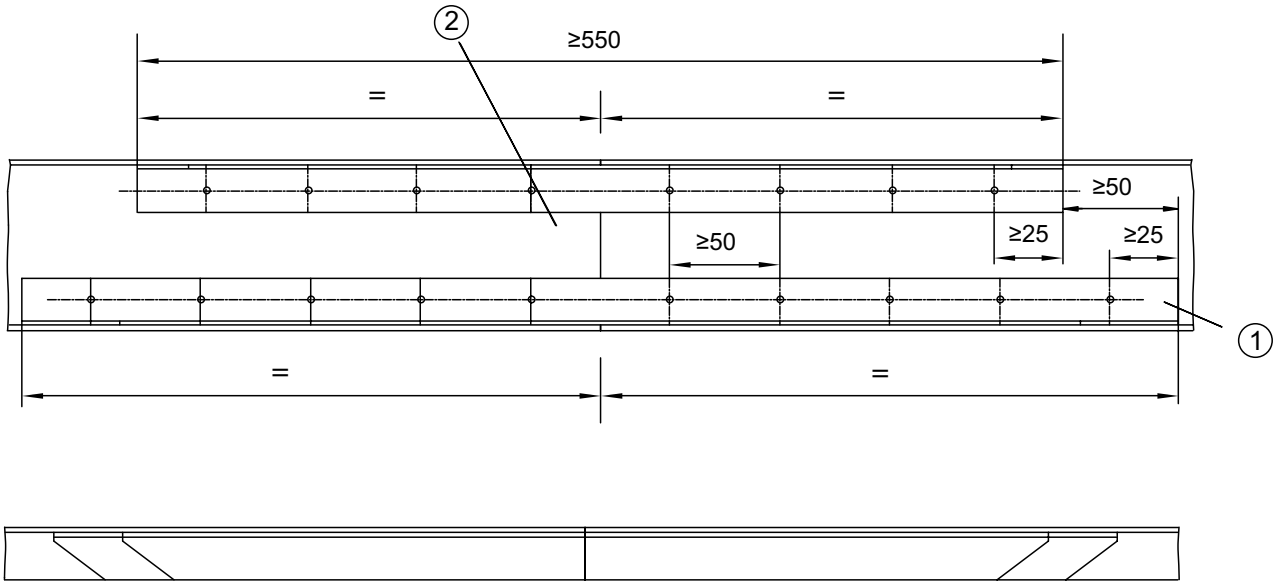
Si le véhicule caractérisé par un empattement de série comparable comporte un cadre plus solide, le cadre du véhicule dont l'empattement a été modifié doit alors être renforcé de manière à obtenir au minimum le même couple de résistance et le même couple surfacique d'inertie. Ce qui peut être réalisé en choisissant un faux-châssis en conséquence et en prévoyant simultanément un assemblage approprié entre le cadre du camion et le faux-châssis, par ex. assemblage à introduction de poussée souple ou rigide (voir le chapitre 5« Carrosseries »).

Aucune séparation du cadre ne doit être réalisée aux endroits suivants:

- points d'introduction d'une charge
- modifications des profilés (flambage du cadre, distance mini 200mm)
- guidage d'un essieu et ressorts de suspension (par ex. supports des ressorts, fixation d'un bras longitudinal de suspension), distance mini 200mm
- pièces rapportés du cadre (exceptions, voir ci-dessus)
- suspension de la boîte de vitesses (également boîte de transfert sur les véhicules à transmission intégrale).

Des faisceaux de câbles déjà préparés existent chez MAN pour les allongements des cadres. Ceux-ci facilitent considérablement les modifications en ce qui concerne la façon de les poser. Pour la pose des câbles, voir également le chapitre « Circuit électrique, conduites ».

Figure 26: Raccourcissement de l'empattement ESC-012



1 Se servir des perçages existants au niveau des profilés angulaires.
Répartir les rivets en moyenne tous les ≥ 50, Ecarts des bords ≥ 25

2 Cordon de soudure aplati si les pièces se touchent. Le cordon de soudure doit être conforme au groupe d'évaluation BS, DIN 8563, partie 3.

3 Utiliser des profilés à ailes égales.
Largeur comme la largeur intérieure du cadre autorisée avec une tolérance -5.
Epaisseur comme celle du cadre avec une tolérance de -1.
Matériau min.S355J2G3 (St52-3)

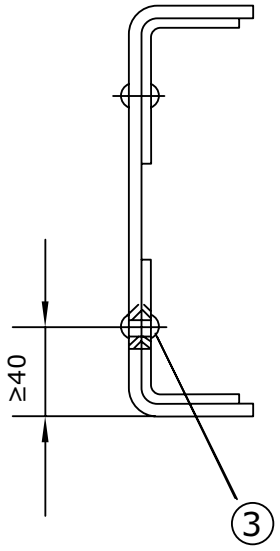
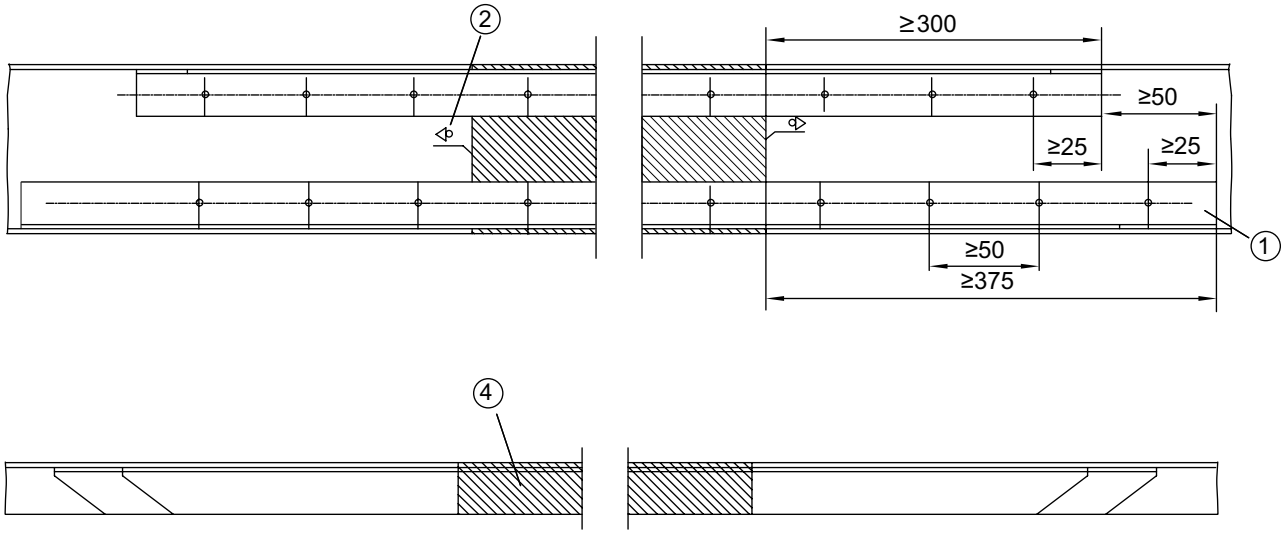


Figure 27: Allongement de l'empattement ESC-013

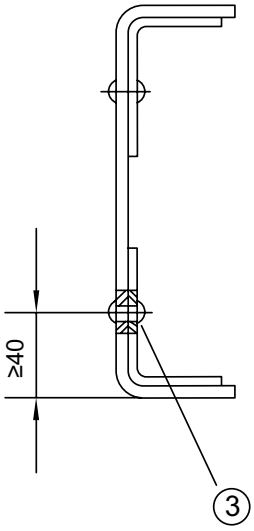


(1) Utiliser également les perçages existant dans le cadre au niveau des profilés angulaires. Profilés angulaires d'une seule pièce de bout en bout. Ecarts des perçages ≥ 50, Ecarts des bords ≥ 25

(2) Cordon de soudure aplati si les pièces se touchent. Le cordon de soudure doit être conforme au groupe d'évaluation BS, DIN 8563, partie 3.

(3) Utiliser des profilés à ailes égales. Largeur comme la largeur intérieure du cadre avec une tolérance de -5. Profilés laminés non autorisés.
Epaisseur comme celle du cadre avec une tolérance de -1 Matériau S355J3G3 (St52-3)

(4) Allongement de l'empattement au moyen d'un morceau de longeron de cadre rapporté avec matériau selon le tableau des profilés de cadre des directives de carrosserie. Tenir compte de la distance maxi entre les traverses du cadre selon les directives de carrosserie!



4.7 Montage ultérieur d'organes supplémentaires

Le fabricant d'un organe doit se concerter avec MAN avant de l'installer. L'homologation de MAN doit être mise à la disposition de l'atelier effectuant le travail. Celui-ci est tenu d'exiger du fabricant d'organes l'homologation décidée avec MAN.
Si l'homologation n'est pas disponible, c'est le fabricant d'organes doit alors s'en occuper et non pas l'atelier exécutant le travail.

MAN n'assume en aucun cas la responsabilité de la conception ou des conséquences des montages réalisés ultérieurement et pas autorisés. Il faut strictement respecter ce qui est exigé dans ces directives et dans les autorisations. MAN ne garantit sa fourniture qu'à cette condition. Le carrossier est responsable de sa fourniture, de l'exécution et des conséquences qui peuvent en découler.
Il est également responsable, dans le cadre de son devoir de surveillance, si d'autres sociétés agissent sur sa demande.

Des documents contrôlables et comportant suffisamment de données techniques sont indispensables pour la procédure d'homologation. En font partie aussi, les autorisations, les rapports de contrôle et les documents similaires établis par les services officiels ou d'autres institutions.

Les autorisations, expertises et certificats de conformité établis par des tiers (par ex. TÜV, DEKRA, services officiels, instituts de contrôle) ne sont pas obligatoirement synonymes d'une homologation automatique par MAN. MAN peut refuser une homologation même si un certificat de conformité a été délivré par des tiers.

Sauf accord contraire, l'homologation concerne exclusivement le montage de l'organe. Une autorisation ne signifie pas que MAN contrôle la totalité du système eu égard à la résistance, au comportement dynamique, etc., et en assume la garantie.
La responsabilité incombe à la société effectuant le travail étant donné que le produit définitif n'est comparable à aucun véhicule de série de MAN.

Les données techniques du véhicule peuvent changer suite au montage ultérieur d'organes. Le fabricant des organes et/ou l'entreprise effectuant le travail sont responsables de la détermination et de la transmission de ces nouvelles données, par ex. obtention de celles nécessaires pour dimensionner le faux-châssis, installer des hayons élévateurs et des grues.

Des instructions de service et de fonctionnement suffisantes doivent être mises à disposition. Nous recommandons de prévoir la périodicité de l'entretien des organes en fonction de celle du véhicule.

4.8 Montage ultérieur d'essieux poussés et traînés

Le montage d'essieux supplémentaires et le déplacement d'essieux avant directionnels ne peuvent être effectués que par un partenaire qualifié de MAN pour la transformation de véhicule. L'importateur MAN respectif est compétent pour la candidature comme partenaire qualifié pour la transformation de véhicule.

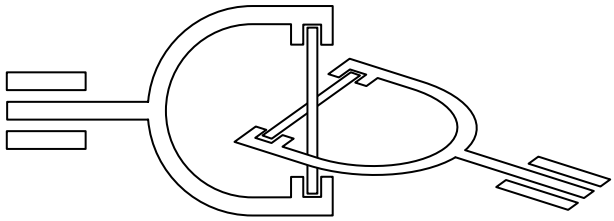
4.9 Arbres de transmission

Des arbres de transmission, placés là où des personnes circulent ou travaillent, doivent être habillés ou couverts.

4.9.1 Articulation simple

Un mouvement irrégulier est généré sur le côté sortie de la force si une simple articulation à cardan, à croisillon ou à rotule fléchie est soumise à une rotation uniforme (voir figure 28). Cette irrégularité est souvent considérée comme étant un défaut du cardan.
Ce dernier provoque des variations sinusoïdales de la vitesse de rotation sur le côté sortie de la force. L'arbre de sortie précède et suit l'arbre d'entraînement. Le couple de sortie de l'arbre de transmission varie en fonction de cette avance et de ce retard malgré un couple et une puissance constants à l'entrée.

Figure 28: Articulation simple ESC-074



Le type d'arbre de transmission et cette disposition ne peuvent pas être autorisés pour un montage sur une prise de mouvement en raison de cette double accélération et décélération lors de chaque rotation. L'articulation simple n'est envisageable que s'il peut être parfaitement démontré que les vibrations et les contraintes ne revêtent qu'une importance secondaire en raison

- du couple d'inertie de la masse
- de la vitesse de rotation
- de l'angle d'inclinaison.

4.9.2 Arbre de transmission avec deux articulations

L'irrégularité de l'articulation simple peut être compensée en reliant deux articulations simples à un arbre de transmission.
Les conditions suivantes sont toutefois impératives pour une compensation intégrale du mouvement:

- mêmes angles d'inclinaison aux deux articulations, donc ß1 = ß2
- les deux fourches intérieures d'articulation doivent être sur un même plan
- les arbres d'entraînement et de sortie doivent également être sur un même plan, voir figures 29 et 30.

Ces trois conditions doivent toujours être remplies simultanément afin que la compensation du défaut du cardan soit possible.
Ces conditions existent lorsqu'il s'agit des agencements en Z et W (voir figures 29 et 30). Le plan commun d'inclinaison engendré par l'agencement en Z ou W peut être tourné à volonté autour de l'axe longitudinal.

L'agencement spatial de l'arbre de transmission est une exception, voir figure 31.

Figure 29: Agencement en W de l'arbre de transmission ESC-075

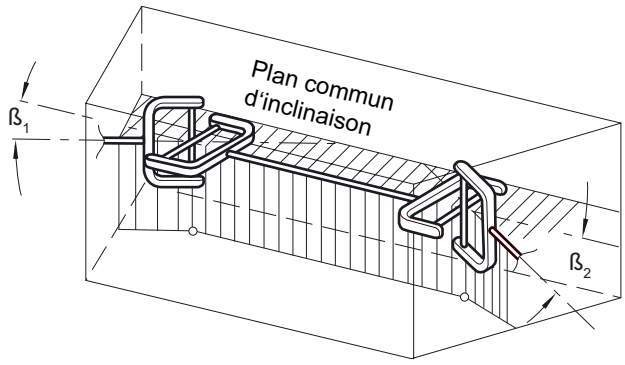
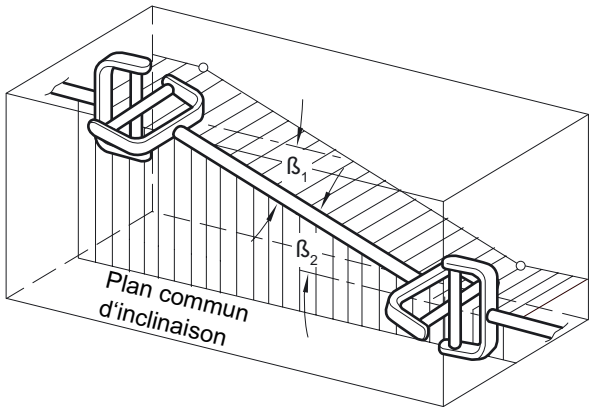


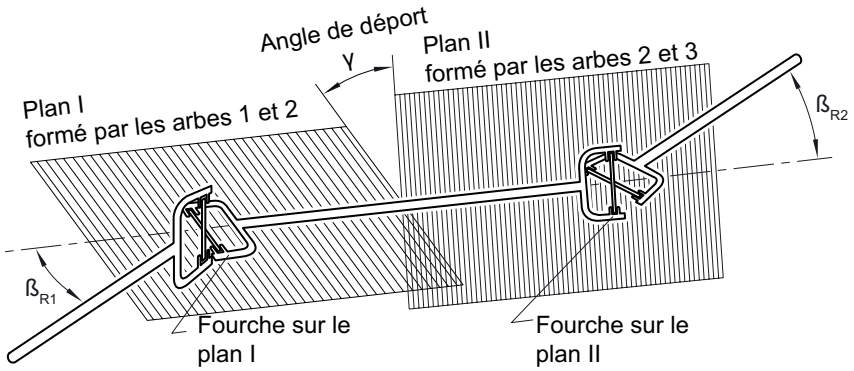
Figure 30: Agencement en Z de l'arbre de transmission ESC-076



4.9.3 Agencement spatial de l'arbre de transmission

Un agencement spatial est toujours le cas lorsque l'arbre d'entraînement et l'arbre de sortie ne sont pas sur un même plan. Ceux-ci se croisent avec un certain décalage. Il n'y a pas de plan commun, d'où la nécessité de déporter les fourches intérieures d'articulation de l'équivalent d'un angle „γ" afin de compenser les variations de la vitesse de rotation (voir figure 31).

Figure 31: Agencement spatial de l'arbre de transmission ESC-077



Il en découle une autre condition, à savoir que l'angle $ß_{R1}$ spatial en résultant doit être exactement le même à l'arbre d'entrée de l'angle $ß_{R2}$ spatial qu'au niveau de l'arbre de sortie.

Donc:

$$ß_{R1} = ß_{R2}.$$

Signification:

$ß_{R1}$ = Angle spatial résultant de l'arbre 1
$ß_{R2}$ = Angle spatial résultant de l'arbre 2

L'angle d'inclinaison $ß_R$ spatial obtenu résulte de l'inclinaison verticale et horizontale des arbres de transmission et se calcule comme suit:

Formule 10: Angle d'inclinaison spatial en résultant

$$\tan^2 ß_R = \tan^2 ß_v + \tan^2 ß_h$$

L'angle γ de déport requis résulte des angles d'inclinaison horizontale et verticale des deux articulations:

Formule 11: Angle de déport γ

$$\tan \gamma_1 = \frac{\tan ß_{h1}}{\tan ß_{\gamma 1}}; \quad \tan \gamma_2 \frac{\tan ß_{h2}}{\tan ß_{\gamma 2}}; \quad \gamma = \gamma_1 + \gamma_2$$

Cela signifie:

$ß_R$	=	angle d'inclinaison spatial résultant
$ß_\gamma$	=	angle vertical d'inclinaison
$ß_h$	=	angle horizontal d'inclinaison
γ	=	angle de déport.

Remarque:

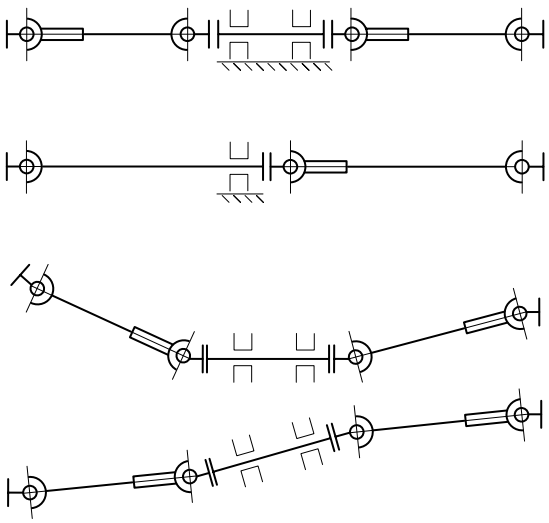
Etant donné qu'en cas d'inclinaison spatiale de l'arbre de transmission avec deux articulations, il est seulement exigé que des angles d'inclinaison spatiaux identiques en résultent, il est théoriquement possible d'obtenir d'innombrables possibilités d'agencement à partir de la combinaison des deux angles.

Nous recommandons de demander conseil aux fabricants lors de la détermination de l'angle de déport d'un agencement spatial de l'arbre de transmission.

4.9.3.1 Chaîne d'arbres de transmission

Des chaînes comprenant deux ou plusieurs arbres de transmission ne peuvent être utilisées que si la construction exige de dépasser des longueurs plus importantes que normalement. La figure 32 représente les configurations de base des chaînes d'arbres de transmission dans lesquelles la position réciproque des articulations et des entraîneurs a été choisie arbitrairement.
Les entraîneurs et les articulations doivent être coordonnés pour des raisons cinématiques. Consulter les fabricants des arbres de transmission lors de la conception.

Figure 32: Chaîne d'arbres de transmission ESC-078

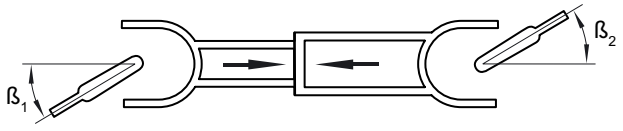


4.9.3.2 Forces dans le système d'arbre de transmission

Les angles d'inclinaison dans les systèmes d'arbres de transmission engendrent obligatoirement des forces et des couples supplémentaires. D'autres forces additionnelles se produisent si un arbre de transmission extensible est soumis à un déplacement longitudinal durant la transmission d'un couple.

L'irrégularité n'est pas compensée, mais plutôt renforcée en sortant l'un de l'autre les éléments de l'arbre de transmission, en faisant tourner les deux moitiés de celui-ci et en les réinsérant. Cet essai peut endommager les arbres de transmission, les roulements, l'articulation, le profil de la cannelure et les organes. D'où l'impérieuse nécessité de tenir compte des marques sur l'arbre de transmission. Celles-ci doivent être en face l'une de l'autre une fois le montage réalisé (voir figure 33).

Figure 33: Marques sur l'arbre de transmission ESC-079



Ne pas retirer les tôles d'équilibrage et ne pas intervertir les pièces de l'arbre de transmission sinon le balourd est de nouveau engendré. Equilibrer l'arbre de transmission en cas de perte d'une tôle d'équilibrage ou de remplacement de certaines pièces de celui-ci.

Malgré une conception consciencieuse d'un système d'arbre de transmission, des vibrations peuvent se produire et être à l'origine de dommages si la cause n'est pas supprimée. Il faut impérativement y remédier au moyen de mesures appropriées, par ex. en installant des amortisseurs, en utilisant des articulations homocinétiques ou en modifiant l'ensemble du système de l'arbre de transmission et des rapports de masse.

4.9.4 Modification de la disposition des arbres de transmission dans la chaîne cinématique des châssis MAN

Les carrossiers modifient généralement le système de l'arbre de transmission dans les cas suivants:

- modifications ultérieures de l'empattement
- montage de pompes sur la bride de l'arbre de transmission de la prise de mouvement.

Ils doivent alors observer les points suivants :

- l'angle d'inclinaison de chaque arbre à cardan de la chaîne cinématique doit s'élever au maximum à 7° sur chaque plan lorsque le véhicule est chargé
- en cas d'allongement des arbres de transmission, toute la chaîne des arbres de transmission doit faire l'objet d'une nouvelle conception par un fabricant spécialisé
- chaque arbre de transmission doit être équilibré avant le montage
- toute modification apportée au système d'arbre de transmission légère de la série L2000 4x2 (définition, voir le chapitre « Généralités ») ne doit être réalisée que par la société Eugen Klein KG (www.klein-gelenkwellen.de) ou par ses mandataires
- en cas de montage de ralentisseurs, le fabricant de ceux-ci doit présenter une autorisation de MAN. Les indications qui y figurent devront être respectées également par les ateliers de montage.

4.10 Graissage centralisé

Les châssis peuvent être équipés départ usine d'installations de graissage centralisé, marque BEKA-MAX. Il est possible de raccorder des organes ou groupes (par ex. sellette d'attelage, grue, hayon élévateur). Seuls peuvent être utilisés des éléments de pompage, des distributeurs progressifs et des vannes de dosage avec une référence de MAN ou de BEKA-MAX.

La quantité de lubrifiant requise d'après:

- le nombre de courses de la pompe
- le débit à chaque course et
- la durée de la pause entre les courses

doit être calculée par le carrossier. Ne jamais descendre en dessous de la quantité requise pour le châssis (= réglage de base départ usine). Tenir compte des instructions de BEKA-MAX, que l'on peut se procurer auprès du service des pièces de rechange de MAN (référence 81.99598.8360 en allemand) ou via BEKA-MAX.

4.11 Modification de la cabine

4.11.1 Généralités

Les modifications des cabines doivent toujours être autorisées par MAN, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »). Les exigences en matière de sécurité ont priorité absolue afin que la sécurité des occupants du véhicule ne soit en aucun cas mise en cause du fait des modifications réalisées. Le confort de marche ne doit en rien être affecté.

Le basculement des cabines basculables ne doit pas être inutilement entravé. D'où la nécessité de tenir compte du rayon décrit par le contour de la cabine durant le basculement. Les rayons de basculement sont décrits dans les plans du châssis.
Ceux-ci sont disponibles via notre système On-line MANTED (www.manted.de) ou en les commandant par téléfax au service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »).

4.11.2 Allongement des cabines

Un kit de cabine, au choix avec ou sans pare-brise, peut être livré pour les versions compactes et celles destinées aux courtes distances.

La cabine livrée comprend alors les pièces suivantes:

Soubassement

- la paroi avant avec le pare-brise
- les panneaux latéraux et les portières
- les montants d'angle AR
- la partie inférieure de la paroi arrière avec le verrouillage de la cabine
- l'instrumentation, les vide-poches du bas, les sièges avec les ceintures de sécurité
- la suspension de la cabine et le dispositif de basculement de la cabine de série.

Sont en outre disponibles départ usine:

- réservoir de carburant pour cabine rallongée
- fixation provisoire de la batterie pour le transfert y compris rallonge des câbles de batterie
- kit complémentaire pour cabine rallongée (avec les mêmes serrures que le bloc livré ainsi que poignées de portières et lève-vitres avec des pièces MAN).

Le carrossier doit:

- réétudier la suspension de la cabine
- renforcer les longerons de la cabine de série
- déplacer le vase d'expansion d'eau de refroidissement. Le niveau du liquide de refroidissement devant être plus haut que le bord supérieur du moteur et le liquide de refroidissement brûlant ne doit constituer aucun danger pour les passagers
- déplacer la jauge d'huile (tenir compte de la hauteur de remplissage) et la tubulure de versement d'huile en fonction de la modification de la cabine
- faire en sorte que la possibilité de basculement soit suffisante. La cabine doit impérativement pouvoir être basculée au moyen d'un dispositif hydraulique. Un angle mini de basculement de 30° est recommandé. Les cabines basculées doivent être suffisamment arrêtées
- élaborer un manuel du chauffeur
- tenir compte des modifications du centre de gravité et des longueurs de la carrosserie
- se procurer les nouvelles données techniques de l'ensemble du véhicule
- garantir sa fourniture et ses éventuelles répercussions.

MAN a conçu et mis au point ses propres châssis dotés d'une plate-forme pour le chauffeur de manière à assurer une solide liaison des cabines avec des carrosseries. La dénomination de ces modèles est FOC, par ex. 8.163 FOC. NEOMAN (www.neoman.de) a rédigé pour les châssis FOC des directives spécifiques de montage disponibles chez MAN, service BVT.

4.11.3 Déflecteur sur pavillon, kit aérodynamique

On peut monter après coup un déflecteur sur pavillon ou un kit aérodynamique. Une livraison départ usine est possible, mais des déflecteurs sur pavillon et des kits aérodynamiques MAN d'origine peuvent aussi être commandés à notre service de pièces de rechange pour montage ultérieur. On ne doit se servir sur le toit de la cabine que des points de fixation prévus à cet effet et de la gouttière. Veiller à ce que les longueurs de blocage soient suffisantes (gouttière). Il est interdit de percer des trous supplémentaires dans le toit de la cabine.

4.11.4 Cabines type topsleeper et pavillons surélevés

4.11.4.1 Principes à respecter pour la construction des cabines type topsleeper

La pose de cabines type topsleeper et pavillons surélevés est possible en respectant les conditions ci-après:

- une autorisation de montage doit être demandée à MAN. Il appartient au fabricant de la cabine en question de se la procurer et non pas à l'atelier qui l'installe. Se reporter à au paragraphe 4.7 « Montage ultérieur d'organes ».
- le fabricant de la cabine type topsleeper est tenu de respecter les prescriptions (en particulier les prescriptions en matière de sécurité, par ex. les directives des caisses de prévoyance), les ordonnances et les lois (par ex. GGVS en Allemagne - loi sur le transport des matières dangereuses).
- un dispositif de protection (empêchant que la cabine se rabatte d'elle-même en position basculée) doit être monté.
- des instructions de service facilement compréhensibles et complètes doivent être rédigées si le basculement diffère de celui de la cabine MAN de série.
- une fois la cabine posée, impérativement respecter les cotes indiquées pour le centre de gravité ainsi obtenu pour celle-ci et en apporter la preuve, voir figure 34.
- la suspension adéquate selon le tableau 24 pour l'installation d'une cabine à pavillon surélevé doit exister dans le véhicule ou être montée ultérieurement. Les obligations spécifiées dans le tableau 24 et les poids maxi indiqués doivent être respectés.

Figure 34: Centre de gravité de la cabine avec topsleeper ESC-110

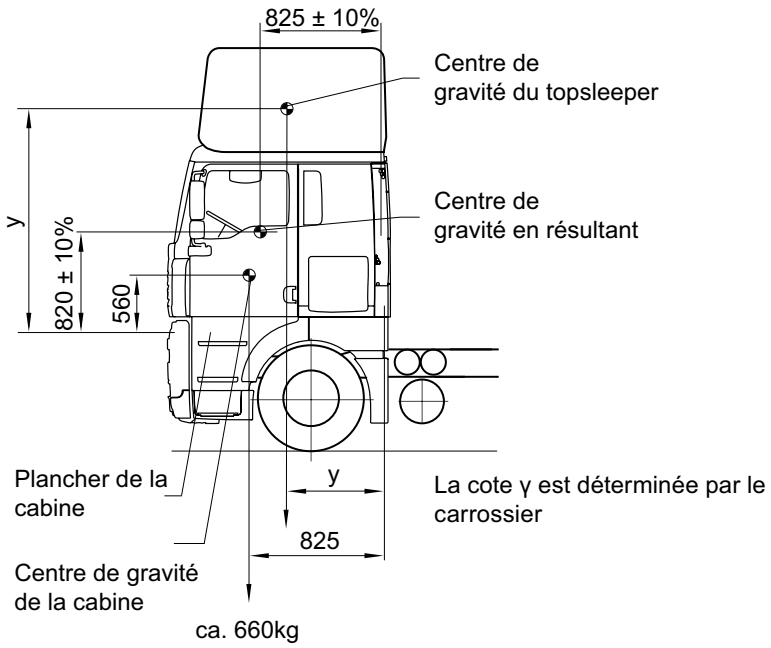


Tableau 24: Suspension de cabine pour topsleeper, poids max. des éléments rapportés /insérés

Sé	Typnummer	Cabine	Equipement requis	Poids maxi y compris aménagement
L2000	L20 - L36	compacte (**K**) courte	suspension de cabine pour topsleeper	120kg
		moyenne (**M**); cabine double (**D**)	**pas possible**	
M2000L	L70 - L95	compacte (**K**) courte	suspension de cabine pour topsleeper	120kg
		moyenne (**M**); cabine double (**D**)	**pas possible**	
M2000M	M31 - M44	moyen courrier (**N**) courte	suspension de cabine pour topsleeper	130kg
		long courrier(**F**) longue	suspension pneumatique de cabine pour topsleeper	200kg
F2000	T01 - T78	moyen courrier (**N**) courte	suspension de cabine pour topsleeper	130kg
		profonde (**G**) longue	suspension pneumatique de cabine pour topsleeper	200kg

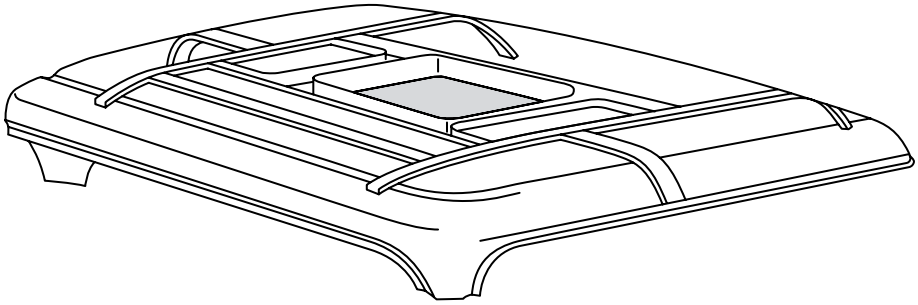
Une transformation après coup est possible afin de poser des topsleepers. Les pièces nécessaires au niveau de la suspension et du dispositif de basculement de la cabine peuvent être obtenues auprès du service des pièces de rechange de MAN.

4.11.4.2 Ouvertures dans le pavillon

Les indications ci-après pour des ouvertures de passage dans le toit sont aussi valables pour l'exécution d'autres ouvertures dans le pavillon, par ex. pour pouvoir installer des toits en verre ou des toits coulissants.

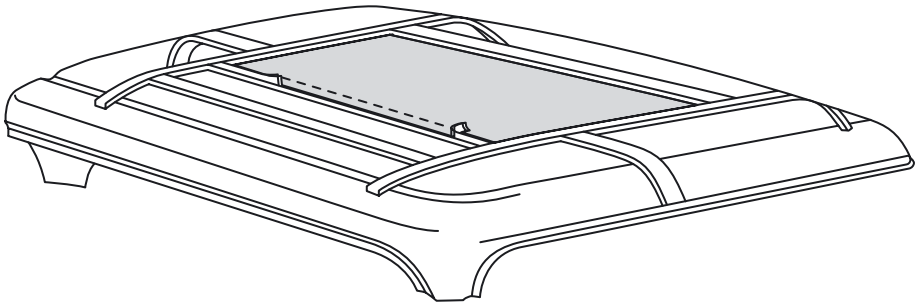
L'ouverture existante dans le toit de la cabine peut être utilisée comme passage pour l'installation du topsleeper, voir figure 35. Ne rien changer à la nervuration de série du toit ni à la découpe de série dans la tôle du toit.

Figure 35: Ouverture de passage normale ESC-146



Un élargissement de l'ouverture de passage est autorisé en tenant compte des prescriptions selon figure 36. Si des cintres longitudinaux ou transversaux doivent être retirés sans être remplacés, l'encadrement restant du toit doit alors être rigidifié au moyen de renforts appropriés (par ex. comme sur la version avec toit surélevé d'origine MAN), afin d'obtenir une liaison plus solide entre le toit, la paroi avant, les panneaux latéraux et la paroi arrière.

Figure 36: Ouverture de passage agrandie ESC-145



4.12 Guidage des essieux, suspension, direction

4.12.1 Généralités

Il est interdit d'intervenir au niveau des pièces du guidage des essieux et de la direction, par ex. sur les bras, les leviers de direction, les ressorts, ainsi que sur leurs supports et fixations au cadre.

En fonction du type de modification, des exceptions sont éventuellement possibles par l'intermédiaire des partenaires de MAN qualifiés pour la transformation de véhicule. L'importateur MAN respectif et le service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »).

Il ne faut ni modifier ni retirer des parties de la suspension ou des lames des ressorts.

Les ressorts à lames ne doivent être remplacés que complètement et par paire (à gauche et à droite).
Le numéro de la pièce de rechange d'un ressort à lame doit figurer sur la plaquette de l'ALB, sinon il faut mettre une nouvelle plaquette précisant le réglage de l'ALB.

4.12.2 Stabilité, inclinaison latérale

Les barres stabilisatrices de série ne doivent pas être enlevées ni modifiées.

Des centres de gravité élevés peuvent éventuellement rendre indispensables des mesures complémentaires de stabilisation.

Un centre de gravité est élevé lorsque celui de la charge utile et de la carrosserie est > 1000mm au-dessus du bord supérieur du cadre d'un L2000, > 1200 mm au-dessus du bord supérieur du cadre pour tous les autres véhicules.

Des moyens supplémentaires de stabilisation peuvent être livrés départ usine selon la série et la version.

En font partie:

- amortisseurs renforcés
- ressorts avec tarage plus élevé
- barres stabilisatrices complémentaires et renforcées.

Il n'est pas possible de préciser ici à partir de quelle position du centre de gravité des mesures de stabilisation complémentaires s'imposent.

Motif:
Les calculs sont habituellement basés sur un déplacement selon un cercle stationnaire.
Les situations à l'origine d'un renversement n'ont toutefois rien de comparable avec un tel cercle.

Les différences sont les suivantes:

- un déplacement sur un cercle stationnaire est rare étant donné les changements de direction dans le trafic routier
- les changements de direction sont trop insignifiants et trop courts pour pouvoir déterminer une inclinaison stationnaire du véhicule
- les oscillations dues au roulis en rentrant dans un virage ne disparaissent pas pendant que ce virage est négocié
- les irrégularités de la chaussée et les variations de son inclinaison engendrent des oscillations complémentaires dues au roulis
- les corrections directionnelles en négociant le virage se traduisent par des pointes d'accélération latérale, elles-mêmes génératrices de vibrations dues au roulis.

Les paramètres de direction responsables des réactions du véhicule aux influences extérieures, exercent eux aussi des répercussions similaires et diverses sur la stabilité au renversement d'un véhicule.

Les principaux facteurs exerçant une influence sont les suivants:

- les courbes regroupées des caractéristiques d'élasticité des ressorts divergeant d'une caractéristique linéaire d'élasticité de ressort y compris leurs limites
- la nature et l'intensité des amortissements pour ce qui est de l'amortissement des oscillations engendrées par le roulis
- les caractéristiques d'élasticité des pneus dans le sens vertical et horizontal
- la résistance à la torsion du cadre et de la carrosserie
- la répartition de la stabilisation du véhicule sur les essieux

Théoriquement, le calcul de la stabilité au renversement est possible sur un véhicule si les points suivants sont connus:

- tous les paramètres susmentionnés du véhicule
- le niveau de chargement
- le tracé du virage à négocier
- toutes les réactions du chauffeur
- toutes les irrégularités de la chaussée
- toutes les variations de l'inclinaison de la chaussée
- la courbe de la vitesse.

Aucune des tentatives entreprises en vue d'un calcul simplifié ne s'est avérée fiable et toutes débouchent sur des résultats inexploitables. MAN ne peut donner aucune garantie pour une vitesse précise et possible de renversement dans un virage.

4.13 Eléments rapportés sur le cadre

4.13.1 Protection anti-encastrement

Les châssis peuvent être livrés départ usine avec une protection anti-encastrement arrière Le montage de départ usine peut être supprimé si l'on veut, le châssis recevant alors, pour le transfert chez le carrossier, un «support d'éclairage perdu».
Le carrossier doit ensuite monter lui-même un dispositif anti-encastrement conforme aux prescriptions .

Les dispositifs anti-encastrement de MAN sont homologués selon les directives 70/221/CEE et ECE-R 58.

Ce qui se reconnaît:

- au numéro du type et
- au signe d'identification du type de dispositif anti-encastrement

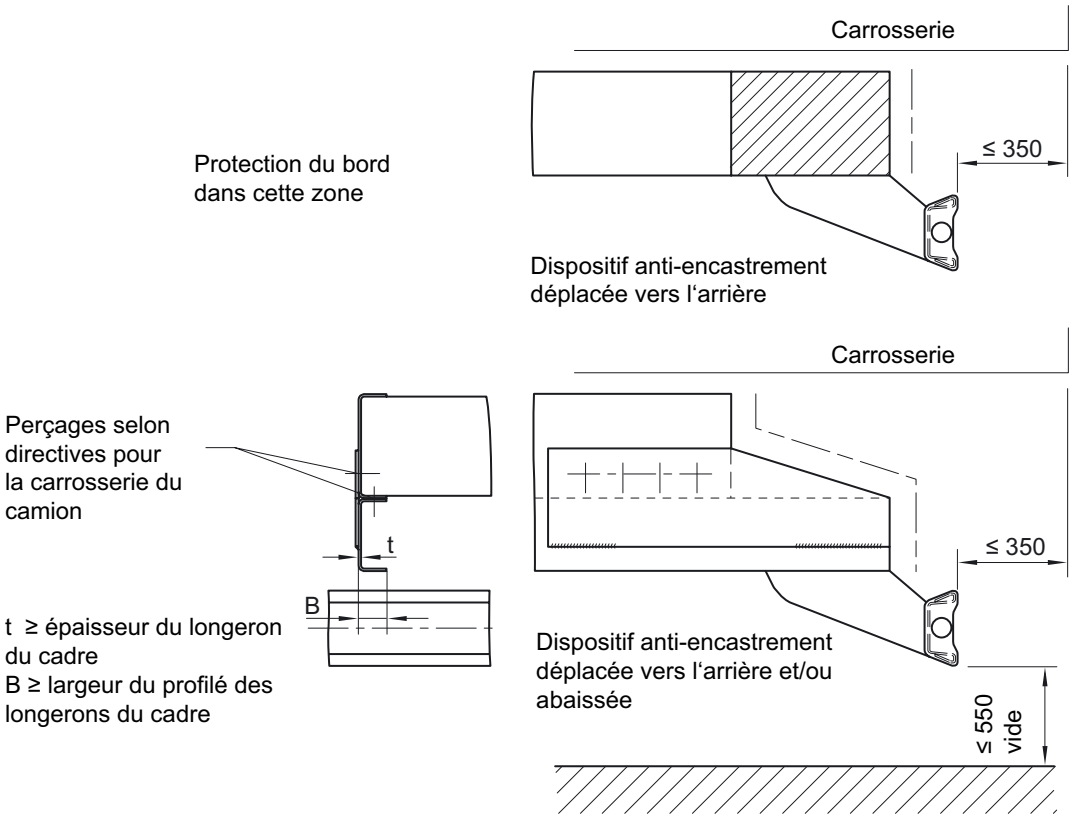
Un autocollant placé sur le dispositif anti-encastrement indique le numéro du type et le signe d'identification du type.

Le dispositif anti-encastrement MAN selon CE/ECE doit être en conformité avec les cotes suivantes (voir également figure 37):

- l'écart horizontal entre le bord arrière du dispositif anti-encastrement et le bord arrière du véhicule (bord complètement à l'arrière) ne doit pas dépasser 350mm. Ce chiffre tient compte de la déformation élastique due à la charge de contrôle (selon 70/221/CEE, 400mm sont autorisés durant la déformation)
- l'écart entre le bord inférieur du dispositif anti-encastrement et la chaussée ne doit pas dépasser 550mm au maximum lorsque le véhicule est vide
- les véhicules transférés chez des carrossiers ou à l'étranger sont exemptés du dispositif anti-encastrement en raison de l'autorisation spéciale délivrée.

Le carrossier doit impérativement respecter les prescriptions étant donné que les cotes dépendent de chaque carrosserie.

Figure 37: Disposition du dispositif anti-encastrement ESC-056



4.13.2 Dispositif de protection latéral

Tous les camions, les véhicules tracteurs et leurs remorques avec un poids total autorisé > 3,5t et une vitesse maximum supérieure à 25 km/h doivent en raison de leur conception comporter un dispositif de protection latéral (y compris les véhicules similaires aux camions et tracteurs du fait de la conception de leur châssis).

Exceptions pour les camions:

- véhicules pas encore complètement terminés (châssis devant être transférés)
- tracteurs de semi-remorque (pas les semi-remorques)
- véhicules construits pour des utilisations spéciales, un dispositif de protection latéral étant incompatible avec l’utilisation prévue pour le véhicule en question.

On entend essentiellement dans ce contexte par véhicules destinés à des utilisations spéciales ceux dotés d’une carrosserie basculant latéralement. Toutefois seulement s’ils basculent vers les côtés et à condition que la longueur intérieure de la carrosserie soit ≤ 7500mm. Le tableau 25 indique les bennes auxquelles il faut un dispositif de protection latéral et celles n’en ayant pas besoin.

Tableau 25: Obligation d'équiper les bennes avec un dispositif de protection latéral

Longueur de la benne	≤ 7.500	> 7.500
Benne basculante arrière	oui	oui
Polybenne/multibenne	oui	oui
Benne bilatérale	non	oui
Benne trilatérale	non	oui

Ni les véhicules pour des déplacements combinés ni les véhicules tout-terrains ne sont obligatoirement libérés de l'obligation d'être équipés d'un dispositif de protection latérale.

MAN peut livrer des profilés, des supports de profilés et des pièces de montage dans diverses versions pour les châssis recevant un dispositif de protection latéral chez le carrossier. On peut se les procurer auprès du service des pièces de rechange. De manière à faciliter la conception, on a fixé sur la base de l'expertise d'un modèle des longueurs maximum d'appui et de porte-à-faux pour lesquelles les directives en matière de résistance ont été respectées (explication des cotes sur les figures 38 et 39). Les combinaisons des cotes à partir de la longueur d'appui « l » et de la longueur de porte-à-faux « a » ressortent du diagramme de la figure 40.
Le carrossier doit s'occuper du contrôle de la résistance en cas de dépassement des cotes autorisées d'après l'expertise.

Les figures mettent seulement en évidence les cotes avec lesquelles le dispositif de protection latéral de MAN est conforme aux directives de résistance. C'est intentionnellement que d'autres directives légales ne sont pas indiquées étant donné que leur observation relève de la société installant le dispositif de protection latéral. Des renseignements supplémentaires se trouvent dans la directive 89/297/CEE et en Allemagne dans §32c StVZO.

Figure 38: Dispositif de protection latéral sur les véhicules L2000 et M2000 ESC 201

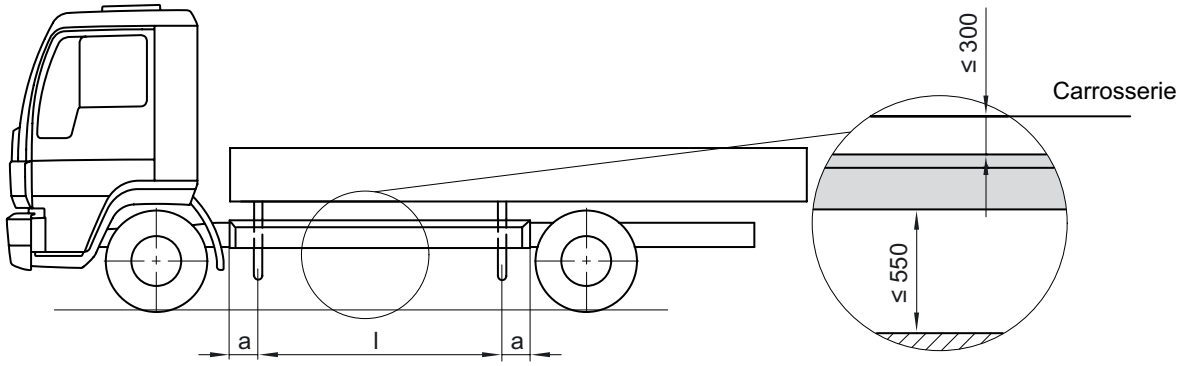


Figure 39: Dispositif de protection latéral sur les véhicules M2000 et F2000 ESC 200

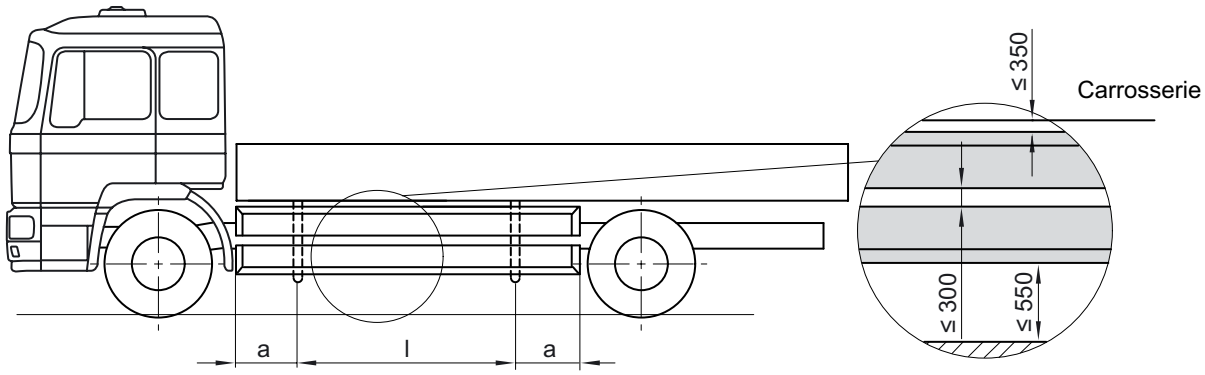
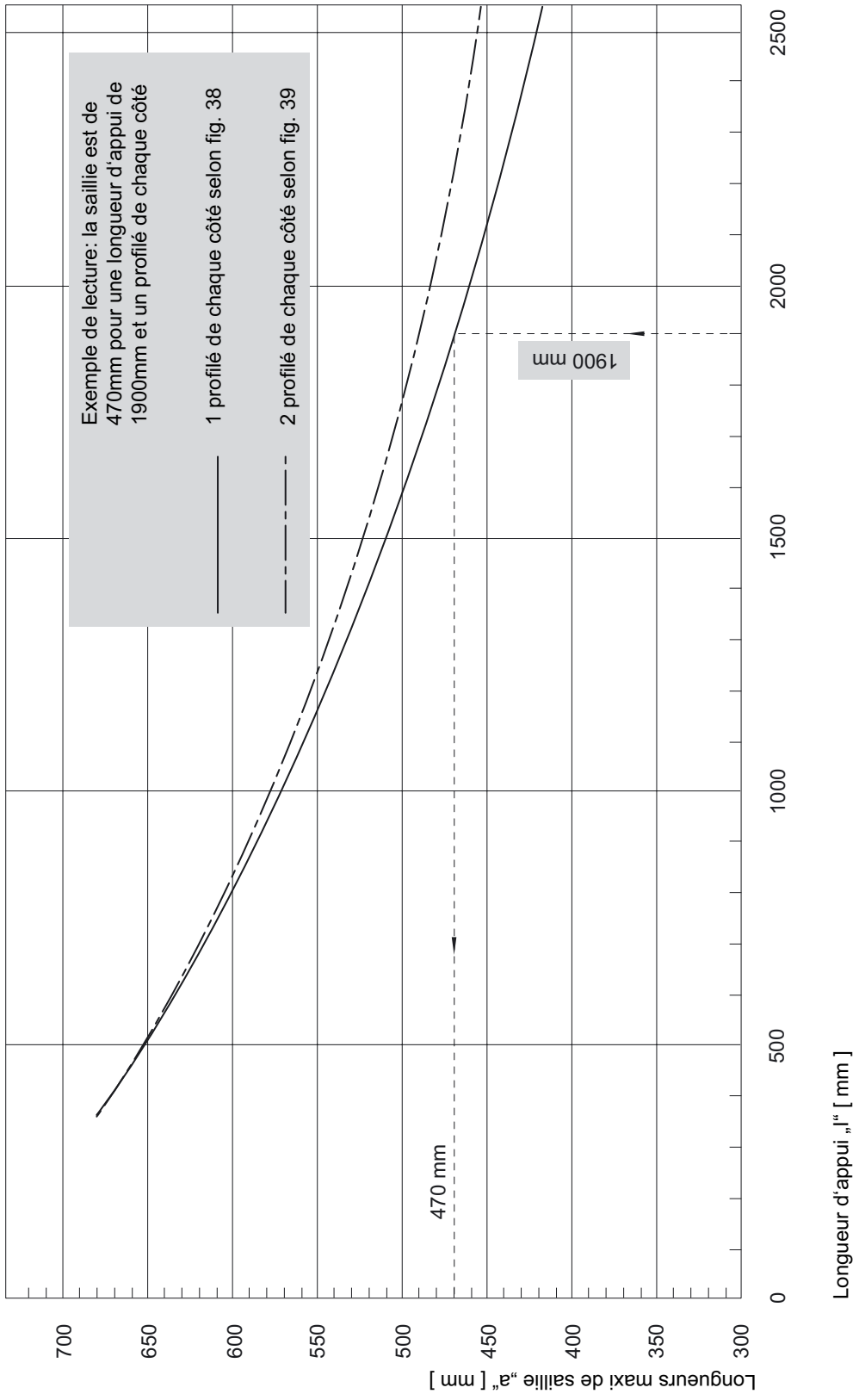


Figure 40: Diagramme pour calculer les longueurs d'appui et de saillie ESC-140

Maximale Überkragenweiten „a“ in Abhängigkeit der Stützweite „l“



Les figures montrent que les profilés peuvent être disposés de deux façons. Les types de la série L2000 reçoivent un profilé de chaque côté, alors que sur les véhicules de la série M2000L ou M2000M un ou deux profilés doivent être utilisés selon la taille des roues. Tous les types F2000 doivent être équipés de deux profilés de chaque côté (voir le chapitre 3 « Généralités » pour la définition des séries). La disposition des profilés selon les véhicules est précisée au tableau 26.

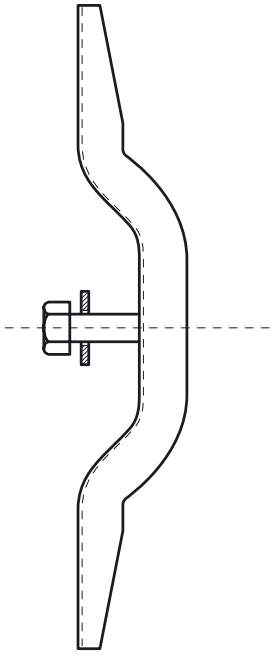
Tableau 26: Disposition et nombre des profilés

Série	Taille des roues	Nombre profilés chaque
L2000	tous	1
M2000L, M2000M	17,5“ 19,5“ 22,5“	1 1 2
F2000	tous	2

Il est interdit de fixer des conduites de frein, d’air et hydrauliques sur le dispositif de protection latérale (voir également le chapitre « Circuit électrique, conduites »). Un dépassement maximum de 10mm est autorisé en cas de boulons et rivets arrondis; le rayon d’arrondissement pour toutes les pièces coupées à la longueur par le carrossier doit être d’au moins 2,5mm.

Les cotes de hauteur du dispositif de protection doivent être vérifiées et éventuellement corrigées si les pneus d’un véhicule sont remplacés ou s’ils reçoivent d’autres ressorts. Les fixations livrables par MAN autorisent alors un déplacement du profilé de protection. Un démontage complet peut être facilement réalisé du fait que l’ensemble du dispositif de protection considéré peut être démonté, y compris les fixations, en desserrant un boulon central pour chaque « support Omega » (voir figure 41).

Figure 41: Démontage du dispositif de protection latéral avec boulon central sur le support Omega ESC-154



4.13.3 Roue de secours

La roue de secours peut être placée sur le côté du cadre, à l'extrémité du cadre ou sur la carrosserie dès lors que l'espace requis est disponible et à condition que les prescriptions du pays considéré l'autorisent.

Il faut dans tous les cas

- observer les prescriptions légales et les directives
- la roue de secours (resp. le dispositif de levage de la roue de secours) doit être bien accessible et facilement utilisable
- prévoir une double sécurité pour ne rien perdre
- le porte-roue de secours doit être doté d'une sécurité afin de ne pas le perdre, paragraphe 4.5.1 « Perçages, rivets et assemblages par vis dans le cadre » (par ex. sécurité mécanique contre le desserrage, boulons-écrous nervurés)
- il faut respecter une distance minimale par rapport à l'échappement de ≥ 200mm en cas de montage d'un écran de protection thermique ≥100mm.

Tenir compte de la réduction de l'angle arrière du porte-à-faux si une roue de secours est montée à l'extrémité du cadre.
Il est interdit d'interrompre, de couder ou de cintrer latéralement un faux-châssis du fait du logement de la roue de secours.

4.13.4 Cales

En Allemagne, le §41 StVZO prescrit des cales; les directives en vigueur dans les autres pays doivent être observées:

§41 StVZO alinéa 14 prescrit:

1 cale pour:

- les véhicules dont le poids total autorisé dépasse 4t
- les remorques à deux essieux – sauf les semi-remorques et remorques à timon rigide (y compris les remorques à essieu central) – d'un poids total autorisé supérieur à 750kg.

2 cales pour:

- les véhicules à trois essieux et plus
- les semi-remorques
- les remorques à timon rigide (y compris les remorques à essieu central) d'un poids total autorisé supérieur à 750kg.

Les cales doivent être faciles à manier et suffisamment efficaces. Elles doivent être fixées dans ou sur le véhicule, de manière à les atteindre facilement et de sorte qu'elles ne puissent pas être perdues et ne cognent pas.

Il est interdit d'utiliser des crochets ou des chaînes en tant que fixation.

4.13.5 Réservoir à carburant

Si la place disponible le permet, les réservoirs à carburant peuvent être déplacés à un autre endroit et/ou des réservoirs à carburant supplémentaires montés. Veillez à une répartition aussi homogène que possible de la charge sur les roues (voir le chapitre 3 « Généralités ») et disposer les réservoirs si nécessaire l'un en face de l'autre, à gauche et à droite du cadre. Le volume des réservoirs d'un même véhicule ne doit pas dépasser 1500 litres. Il est également possible d'abaisser le réservoir de carburant. Si la garde au sol est influencée par le déplacement d'un réservoir de carburant, il faut alors un dispositif de protection pour éviter un endommagement du réservoir.

Les conduites de carburant doivent être impeccablement posées. Tenir compte des températures dans le secteur d'utilisation prévu. La conduite de retour du carburant doit être placée directement à côté de la zone d'aspiration en cas d'utilisation à basses températures. La zone d'aspiration est ainsi réchauffée et cela est en outre efficace contre une diffusion de paraffine du carburant.

4.13.6 Installation à gaz liquide et chauffages d'appoint

MAN ne s'oppose pas à un montage ultérieur dans les règles de l'art d'installations à gaz liquide pour faire fonctionner

- des installations de chauffage
- des installations de cuisson
- des installations de refroidissement, etc.

Le montage doit toutefois être conforme aux prescriptions / normes nationales et internationales en vigueur; voici quelques exemples (qui ne prétendent pas être exhaustifs)

- circuit de gaz liquide pour le brûlage dans les véhicules = § 29 de la prescription de prévention des accidents VBG 21 Utilisation de gaz liquide
- § 41a STVZO Circuits de gaz comprimé et réservoirs sous pression
- ordonnance régissant les réservoirs sous pression (DruckbehV)
- loi sur la sécurité des appareils (GSG)
- fiche technique G607 de l'Association allemande du Secteur du Gaz et de l'Eau (DVGW)
- norme européenne NE 1949.

Le montage des bonbonnes de gaz doit s'effectuer à un endroit sûr. Les bonbonnes de gaz ou armoires de bonbonnes ne doivent pas dépasser du bord supérieur du cadre.

Les fabricants des chauffages d'appoint ont leurs propres prescriptions pour le montage et le fonctionnement.
MAN n'autorise que des chauffages d'appoint pour lesquels une homologation a été délivrée.

Le montage d'installations à gaz liquide peut porter préjudice aux possibilités d'utilisation du véhicule, par ex. à cause du fait que dans certains pays il est interdit de rouler dans des locaux fermés, des hangars et des ateliers par exemple.

Il faut tenir compte des autres prescriptions pouvant être spécifiques à tel ou tel pays. Ceci s'applique en particulier aux véhicules transportant des matières dangereuses.

4.14 Moteur à gaz: traitement de l'installation à gaz à haute pression

La gamme MAN comprend des châssis de camion qui fonctionnent au gaz naturel (en l'occurrence du **CNG** = **c**ompressed **n**atural **g**as = gaz naturel comprimé). Le moteur est un quatre temps à allumage par étincelle, donc un moteur à allumage au moyen d'un appareillage externe, c.-à-d. avec un système d'allumage transistorisé sans contact, un allumeur et des bougies. Le mélange est préparé et formé dans un mélangeur central de gaz (à l'extérieur de la chambre de combustion). Un traitement ultérieur des gaz d'échappement par un catalyseur régulé à trois voies et avec sonde Lambda chauffée électriquement est obligatoire. Il existe aussi pour le moteur à CNG une interface pour les régimes intermédiaires, dont on peut se procurer la description auprès du service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »).

En plus de celles pour le véhicule avec un moteur diesel classique, le carrossier doit **impérativement respecter les règles de sécurité suivantes:**

- les hangars de rangement et les ateliers doivent comporter l'équipement requis afin que les véhicules à gaz aient le droit de se trouver à l'intérieur des bâtiments. ; pour tous renseignements s'adresser au Service de l'Urbanisme, aux experts chargés des matières dangereuses dans les instances techniques de contrôle (en Allemagne par ex. DEKRA, GTÜ, TÜV)
- pour des raisons de sécurité, toujours débrancher les batteries avant de travailler sur l'installation électrique et ne pas omettre au préalable d'aérer très soigneusement les caissons (gaz détonnant), se servir s'il le faut d'un jet d'air comprimé
- les réservoirs de gaz sous pression sont protégés contre les explosions par une valve de surpression. Celle-ci aère l'installation à gaz à haute pression lorsque la température et/ou la pression sont trop élevées (des températures > 80°C ne devant donc jamais être dépassées (par ex. lors des travaux de peinture).
  pour les laques et les températures de séchage voir le chapitre 4.2 « Protection contre la corrosion ». En cas de séchage des peintures jusqu'à 80°C max., les réservoirs à gaz sous pression ne doivent être remplis que jusqu'à 100 bar max.
- Ne fixer aucun composant, câble ou conduite à des pièces équipant l'installation à gaz sous pression.

- Seul le fabricant a le droit de modifier l'installation à gaz sous pression. Un expert doit être entendu avant chaque modification, une nouvelle réception devant impérativement être effectuée par celui-ci une fois le travail terminé (par ex. en Allemagne selon §14 GSG).
- Seul du personnel autorisé et formé a le droit de procéder à des réparations, des travaux de maintenance, des montages et autres sur l'installation à gaz sous pression.
- Il est interdit de resserrer ou de desserrer les conduites sous pression. **RISQUE D'EXPLOSION**!
- il est interdit d'exécuter des soudages sur le véhicule lorsque les réservoirs à gaz sous pression sont pleins**!**

Avant de souder sur le véhicule, aérer l'intégralité de l'installation à gaz, y compris les réservoirs sous pression et les remplir de gaz inerte, d'azote (N_2) par exemple. L'aération ne doit pas avoir lieu à l'air libre et le gaz naturel doit passer par les conduites d'évacuation.

4.15 Modifications apportées au moteur

4.15.1 Admission d'air, guidage des gaz d'échappement

Rien ne doit gêner l'aspiration de l'air et l'évacuation des gaz d'échappement. La dépression dans la conduite d'aspiration ainsi que la contre-pression à l'intérieur de l'échappement ne doivent pas changer.
Ce qui suit doit donc être impérativement observé en cas de modifications au niveau de l'admission d'air et/ou du guidage des gaz d'échappement:

- ne jamais modifier la forme et/ou la surface des sections
- ne rien changer aux silencieux ou aux filtres d'air
- si des cintrages sont nécessaires, le rayon doit au minimum être égal au double du diamètre du tuyau
- seuls des cintrages constants sont autorisés donc pas de coupures en biais
- MAN ne peut fournir de renseignement sur les modifications de consommation ou sur le bruit engendré et une nouvelle autorisation concernant les émissions sonores est éventuellement nécessaire
- les pièces sensibles à la chaleur (par ex. les conduites, les câbles, les roues de secours) doivent au minimum être à ≥ 200mm de l'échappement, à ≥ 100mm des écrans de protection thermique.

4.15.2 Refroidissement du moteur

- Il est interdit de modifier le système de refroidissement (radiateur, grille du radiateur, canalisation d'air, circuit de refroidissement).
- Exceptions uniquement avec l'autorisation de MAN, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur ».
- Des modifications apportées au radiateur et réduisant la surface de refroidissement ne sont pas autorisées.

Un radiateur plus performant est éventuellement nécessaire pour un fonctionnement essentiellement stationnaire ou une utilisation dans des zones climatiques plus contraignantes. La succursale MAN la plus proche fournira les renseignements voulus quant aux possibilités de livraison pour le véhicule considéré ; consultez la succursale MAN ou l'atelier agréé MAN le plus proche pour un montage ultérieur.

4.15.3 Capsulage du moteur, insonorisation

Il est interdit d'intervenir et de modifier un capsulage de moteur existant départ usine. Des véhicules classés dans les catégories « peu bruyant » ou « silencieux » peuvent ne plus être conformes à ces définitions du fait d'interventions ultérieures.
L'entreprise ayant effectué la modification doit faire en sorte que le véhicule retrouve sa catégorie initiale.

Voir également le fascicule « Prises de mouvement » en cas d'utilisation de prises de mouvement et d'une capsule d'insonorisation du moteur.

4.16 Dispositifs d’accouplement

4.16.1 Généralités

Si le camion doit tirer des charges, l’équipement requis doit exister et être homologué. Le respect de la puissance motrice minimum prescrite par le législateur et/ou l’installation du dispositif d’attelage adéquat ne garantissent pas que le camion soit adéquat pour la traction de charges.

Il est nécessaire de s’adresser au service ESC de MAN (voir l’adresse en haut sous « Editeur ») si le poids total du train routier autorisé en série ou départ usine doit être modifié.

Seuls les dispositifs d’attelage autorisés par MAN doivent être utilisés. Une autorisation par des organismes de surveillance ou des instituts de contrôle ne signifie pas que le constructeur du véhicule a délivré une autorisation ou va en délivrer une.
Un aperçu des dispositifs d’attelage autorisés et des plans de montage afférents figurent au tableau 29.

Une collision doit être exclue lors des manœuvres. Il faut donc choisir des timons suffisamment longs. Il faut également respecter les prescriptions nationales, en Allemagne p. ex. les « Exigences techniques devant être remplies par les pièces d’un véhicule lors de l’homologation du type » d’après §22a StVZO. En particulier n°31 « Equipements pour la liaison de véhicules » (=TA31).

Tenir compte des espaces libres requis : en Allemagne, la directive de prévention des accidents « Véhicules » (=VBG-12 et DIN 74058 resp. la directive 94/20/CE.

Le carrossier est toujours tenu d’étudier la carrosserie et de la réaliser de manière que l’attelage puisse être effectué et surveillé sans aucune entrave et en ne présentant aucun danger. Le mouvement libre du timon doit être garanti. En cas d’installation latérale des têtes d’accouplement et des prises de courant (par ex. sur le support du bloc optique AR côté chauffeur), le fabricant de la remorque et l’exploitant doivent tout particulièrement veiller à ce que les câbles soient suffisamment longs pour les virages.

Figure 42: Espace libre pour les dispositifs d’attelage selon VBG-12 ESC-006

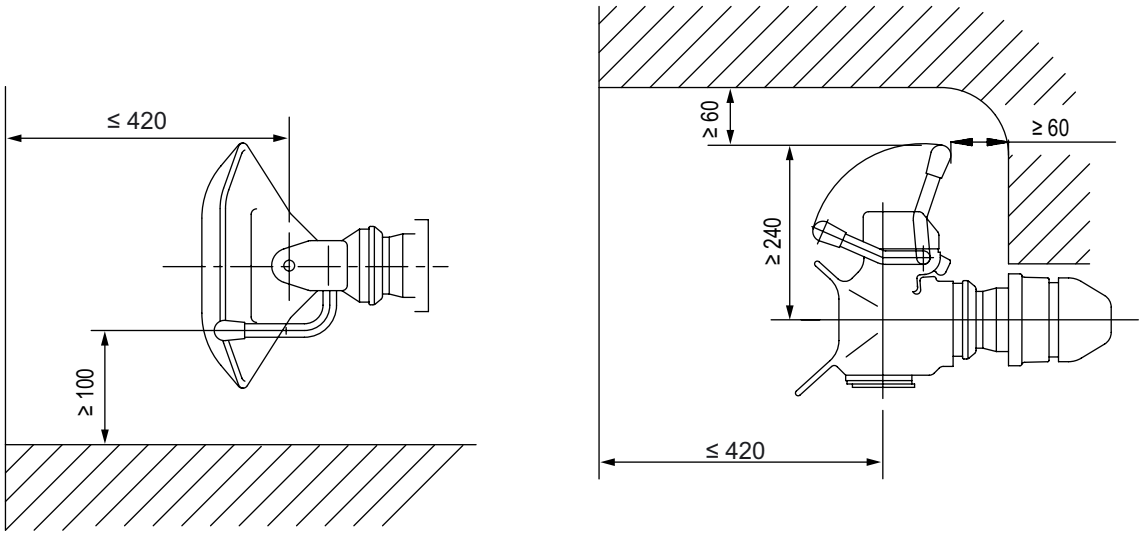
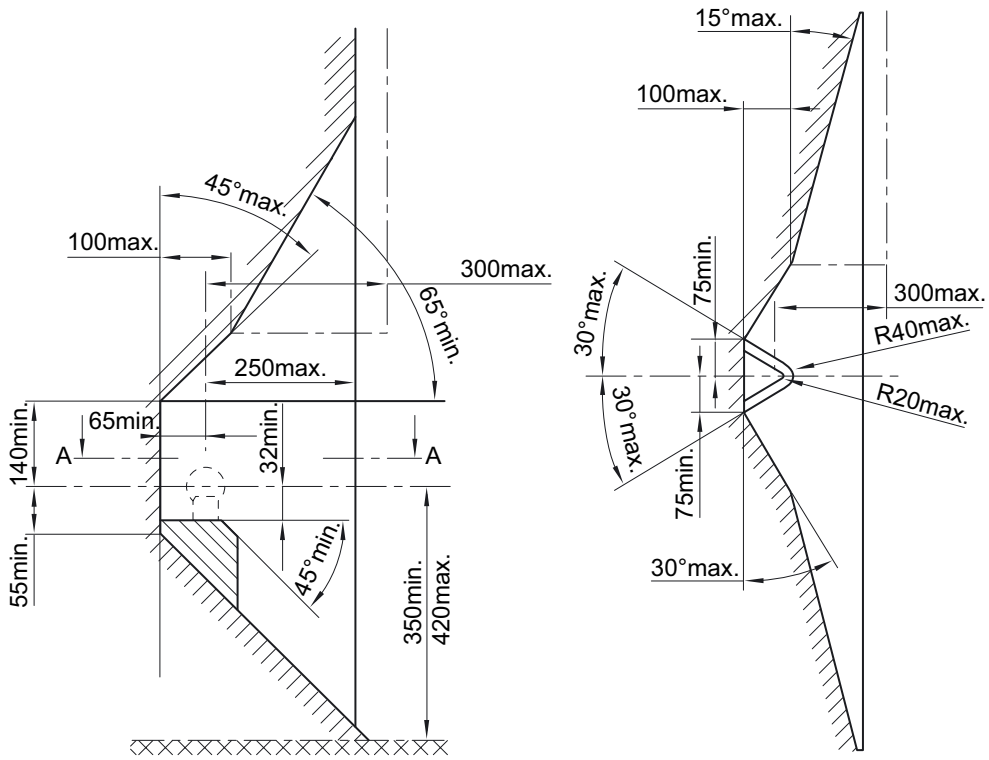


Figure 43: Espace libre pour les dispositifs d'attelage selon DIN 74058 ESC-152



Pour l'installation des dispositifs d'attelage, il faut impérativement utiliser des traverses arrière MAN y compris les plaques de renforcement correspondantes. Les traverses arrière ont des trous adéquats à l'attelage.
Ces trous ne doivent en aucun cas être modifiés pour le montage d'un autre attelage.

Il faut respecter les indications dans les directives de montage des fabricants d'attelage (p. ex. couples de serrage et leur contrôle).
Il est interdit d'abaisser l'attelage sans abaisser en même temps la traverse arrière !
Les figures 44 et 45 présentent des exemples d'abaissement.

Figure 44: Dispositif d'attelage abaissé ESC-015

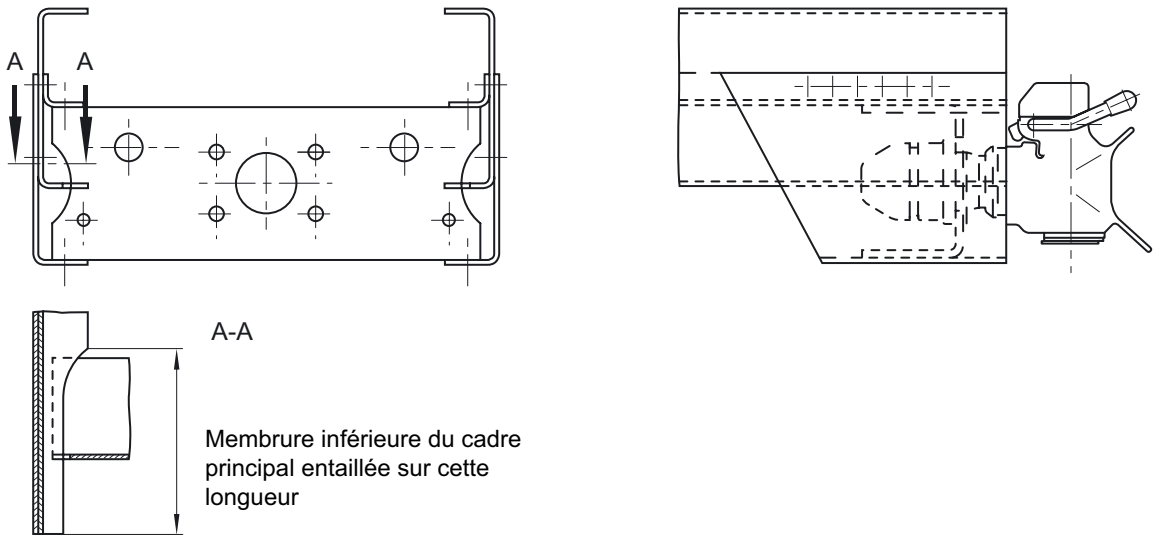
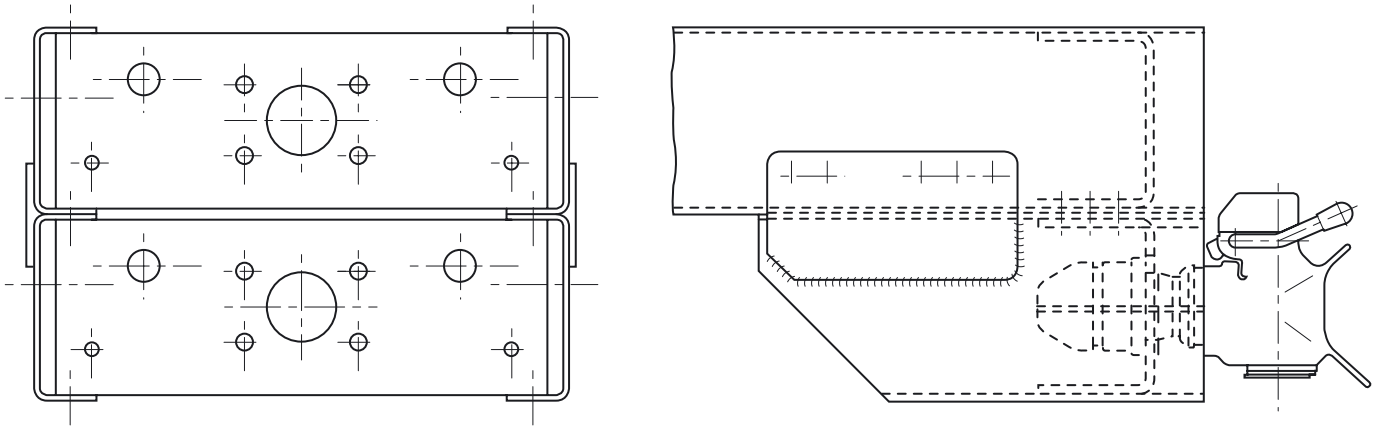


Figure 45: Dispositif d'attelage placé sous le cadre ESC-042



4.16.2 Dispositif d'attelage, valeur D

La taille requise pour le dispositif d'attelage est déterminée par la valeur D. Une plaquette précisant la valeur D maximum autorisée est placée sur le dispositif d'attelage par le fabricant de celui-ci. La valeur D est donnée en kilo-Newton [kN].
La formule de la valeur D est la suivante:

Formule 12: Valeur D

$$D = \frac{9{,}81 \cdot T \cdot R}{T + R}$$

Le poids total autorisé pour le véhicule tracteur est calculé à l'aide de la formule suivante si l'on connaît la valeur D du dispositif d'attelage et le poids total maximum autorisé pour la remorque:

Formule 13: Formule de la valeur D pour le poids total autorisé

$$T = \frac{R \cdot D}{(9{,}81 \cdot R) - D}$$

Si la valeur D est connue et le poids total autorisé du véhicule tracteur est celui prévu, le poids total maximum autorisé de la remorque est:

Formule 14: Formule de la valeur D pour le poids autorisé de la remorque

$$R = \frac{T \cdot D}{(9{,}81 \cdot T) - D}$$

Signification:

D	=	Valeur D en [kN]
T	=	Poids total autorisé du tracteur en [t]
R	=	Poids total autorisé de la remorque en [t]

Des exemples de calcul se trouvent dans le chapitre 9 « Calculs ».

4.16.3 Remorques à timon rigide, remorques avec un ou des essieux centraux, valeur D_c, valeur V

Les définitions suivantes sont valables:

- **Remorque à timon rigide:** véhicule attelé à un essieu ou avec un groupe d'essieux dans lequel:
  - la liaison à angle mobile au véhicule tracteur est assurée par un dispositif de traction (timon),
  - le timon ne se déplace pas librement et est relié au châssis et peut donc transmettre des moments verticaux et
  - du fait même de sa conception, une partie de son poids total est supportée par le véhicule remorqueur.
- **Remorque avec un ou des essieux centraux:** véhicule tiré avec un dispositif de traction qui n'est pas mobile verticalement par rapport à la remorque et dont les essieux (le chargement étant équilibré) sont proches du centre de gravité du véhicule de sorte que seule une petite charge statique verticale de 10% au maximum de la masse accrochée ou 1000kg (la valeur la plus faible est celle retenue) soit transmise au véhicule tracteur. Les remorques à essieux centraux constituent donc un sous-groupe des remorques à timon rigide.
- **Charge d'appui:** charge verticale du timon au point d'accouplement. Elle est ajoutée au véhicule tracteur lorsque les remorques sont accrochées et il faut donc en tenir compte lors de la conception du véhicule (calcul de la charge sur les essieux).

D'autres conditions doivent encore être retenues en plus de la formule de la valeur D pour les remorques à timon rigide / avec un ou des essieux centraux : les dispositifs d'attelage et les traverses arrière supportent des charges attelées inférieures étant donné que, dans ce cas, il faut également prendre en compte la charge d'appui agissant sur le dispositif d'attelage et la traverse arrière.

Afin d'harmoniser les prescriptions légales à l'intérieur de l'Union Européenne, les notions de valeur D_c et valeur V ont été introduites par la directive 94/20/CE.

Les formules en vigueur sont les suivantes:

Formule 15: Formule de la valeur D_c pour un timon rigide et une remorque avec un ou des essieux centraux

$$D_C = \frac{9{,}81 \cdot T \cdot C}{T + C}$$

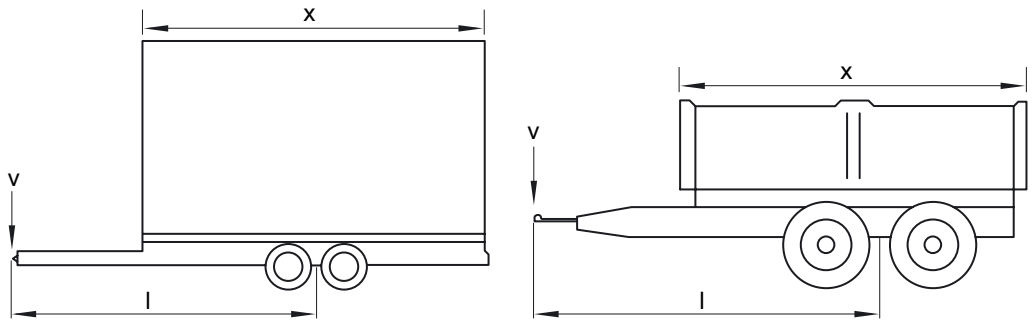
Formule 16: Formule de la valeur V pour remorque avec un ou des essieux centraux et à timon rigide avec une charge d'appui autorisée de < 10% de la masse tractée et pas plus de 1000kg

$$V = a \cdot \frac{X^2}{l^2} \cdot C \;;\; \frac{X^2}{l^2} \text{ 1,0 doit être utilisé lors du calcul mathématique des valeurs si } \frac{X^2}{l^2} < 1$$

Es bedeuten:

D_C	=	valeur D réduite en cas d'accrochage d'une remorque à essieux centraux en [kN]
T	=	poids total admissible du tracteur en [t]
C	=	somme des charges sur essieux de la remorque à essieux centraux chargée avec la masse admissible en [t] sans charge d'appui
V	=	valeur V en [kN]
a	=	accélération comparative au point de liaison en [m/s²]. Il faut utiliser: 1,8m/s² si suspension pneumatique ou une suspension comparable au niveau du tracteur respectivement 2,4m/s² pour toutes les autres suspensions
x	=	longueur de la carrosserie de la remorque voir figure 46
l	=	longueur théorique du timon voir figure 46
S	=	charge d'appui du timon au point de liaison en [kg]

Figure 46: Longueur de la carrosserie de la remorque et longueur théorique du timon ESC-510



Pour l'utilisation d'une remorque avec un ou des essieux centraux / à timon rigide, MAN pose les principes suivants :

- Pour l'équipement livré départ usine, une charge d'appui supérieure à 10% de la masse autorisée de la remorque et plus de 1000kg n'est pas possible (à l'exception du système d'attelage surbaissé). D'autres charges relèvent de la responsabilité du fabricant de chaque dispositif d'attelage. MAN ne peut donner aucune information pour ce qui est des charges autorisées et les considérations relatives aux calculs (par ex. selon 94/20/CE) concernant ces dispositifs d'attelage.
- Comme toutes les charges à l'arrière, les charges d'appui se répercutent sur la répartition des charges sur les essieux. D'où la nécessité - surtout si d'autres charges arrière interviennent (par ex. hayon élévateur, grue de chargement à l'arrière) – de contrôler au moyen d'un calcul la charge sur les essieux si des charges d'appui sont possibles.
- Les véhicules avec essieu traîné relevable ne doivent pas lever l'essieu traîné si une remorque avec un ou des essieux centraux / à timon rigide est attelée.
- L'utilisation d'une remorque à timon rigide/avec un ou des essieux centraux chargée est interdite si le véhicule tracteur est vide.
- Pour une directibilité suffisante, il faut respecter les charges minimales sur essieu du véhicule selon le tableau 19 (dans le chapitre « Généralités »).

Les combinaisons possibles entre les charges attelées et les charges d'appui, ainsi que les valeurs D, D_c et V sont indiquées au tableau 28, le tableau 27 précisant à quel véhicule réel cela correspond (d'après le numéro du type et le genre de véhicule).

La modification des charges enregistrées est éventuellement possible, le département ESC fournit les renseignements (voir l'adresse en haut sous « Editeur ») en précisant les données du véhicule figurant dans le chapitre « Généralités », paragraphe 2.4.2.

4.16.4 Traverses arrière et dispositifs d'attelage

Tableau 27: Affectation du véhicule d'après la série, le numéro du type et la traverse arrière

L2000

N° de type	Référence MAN	Gabarit [mm]	Remarque
L20	81.41250.2251	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5137	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2 pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traverse arrière renforcée
	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
	81.41250.5155	120 x 55	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
L21	81.41250.2251	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5137	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2 pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traverse arrière renforcée
	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5155	120 x 55	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
L22	81.41250.5151	140 x 80	traverse arrière renforcée
	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
	81.41250.5170	140 x 80	transmission intégrale 4x4/2, pour abaissé de, traverse arrière renforcée
L23	81.41250.5151	140 x 80	traverse arrière renforcée
	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5155	120 x 55	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
	81.41250.5170	140 x 80	transmission intégrale 4x4/2, pour abaissé de, traverse arrière renforcée
L24	81.41250.2251	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5137	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2 pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traverse arrière renforcée
	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153

Tableau 27: Affectation du véhicule d'après la série, le numéro du type et la traverse arrière

L2000

N° de type	Référence MAN	Gabarit [mm]	Remarque
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
	81.41250.5155	120 x 55	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
L25	81.41250.2251	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5137	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traverse arrière renforcée
	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5155	120 x 55	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
L26	81.41250.5151	140 x 80	traverse arrière renforcée
	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5155	120 x 55	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
	81.41250.5158	160 x 100	10t, transmission intégrale 4x4/2, L26, L27, HD-Ausführung
	81.41250.5168	160 x 100	Geräteträger, Typ L26
	81.41250.5170	140 x 80	transmission intégrale 4x4/2, abaissé de, traverse arrière renforcée
L27	81.41250.5151	140 x 80	traverse arrière renforcée
	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5155	120 x 55	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
	81.41250.5158	160 x 100	10t, transmission intégrale 4x4/2, L26, L27, HD-Ausführung
	81.41250.5170	140 x 80	transmission intégrale 4x4/2, abaissé de, traverse arrière renforcée
L30	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
L33	81.41250.2251	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5137	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traverse arrière renforcée
	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
	81.41250.5155	120 x 55	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56

Tableau 27: Affectation du véhicule d'après la série, le numéro du type et la traverse arrière

L2000

N° de type	Référence MAN	Gabarit [mm]	Remarque
L34	81.41250.2251	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5137	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traverse arrière renforcée
	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
	81.41250.5155	120 x 55	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
L35	81.41250.2251	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5137	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traverse arrière renforcée
	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5155	120 x 55	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
L36	81.41250.2251	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5137	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5140
	81.41250.5140	120 x 55	4x2/2, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5151	140 x 80	traverse arrière renforcée
	81.41250.5152	120 x 55	pièce de base pour 81.41250.5153
	81.41250.5153	120 x 55	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2, pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
	81.41250.5155	120 x 55	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5155	83 x 56	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55

M2000L

N° de type	Référence MAN	Gabarit [mm]	Remarque
L70	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	12t, Épaisseur de cadre 5mm, Pt camion max. 11.990kg
L71	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	12t, Épaisseur de cadre 5mm, Pt camion max. 11.990kg
L72	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	12t, Épaisseur de cadre 5mm, Pt camion max. 11.990kg
L73	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	12t, Épaisseur de cadre 5mm, Pt camion max. 11.990kg

Tableau 27: Affectation du véhicule d'après la série, le numéro du type et la traverse arrière

M2000L

N° de type	Référence MAN	Gabarit [mm]	Remarque
L74	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
L75	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
	81.41250.5163	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5163	83 x 56	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 160 x 100
L76	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
L77	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
	81.41250.5163	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5163	83 x 56	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 160 x 100
L79	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
L80	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
	81.41250.5163	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5163	83 x 56	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 160 x 100
L81	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
L82	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
	81.41250.5163	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5163	83 x 56	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 160 x 100
L83	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
L84	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
	81.41250.5163	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5163	83 x 56	13/14/15t, épaisseur de cadre 6- mm, pompiers, gabarit complémentaire 160 x 100
L86	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
L87	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm
L88	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm

Tableau 27: Affectation du véhicule d'après la série, le numéro du type et la traverse arrière

M2000L

N° de type	Référence MAN	Gabarit [mm]	Remarque
L89	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm
L90	81.41250.5158	160 x 100	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm
L95	81.41250.5122	sans	26t, L95, pour épaisseur de cadre 7mm et hauteur de cadre 268mm, pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	26t, L95, traverse arrière renforcée, pour épaisseur de cadre 7mm et hauteur de cadre 268mm

M2000M

N° de type	Référence MAN	Gabarit [mm]	Remarque
M31	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
M32	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
M33	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
M34	81.41250.5158	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
	81.41250.5163	160 x 100	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
	81.41250.5163	83 x 56	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 160 x 100
M38	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm
M39	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm
M40	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm
M41	81.41250.5158	160 x 100	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm
M42	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm
M43	81.41250.5158	160 x 100	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm
M44	81.41250.0127	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5158	160 x 100	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm

Tableau 27: Affectation du véhicule d'après la série, le numéro du type et la traverse arrière

F2000

N° de type	Référence MAN	Gabarit [mm]	Remarque
T01	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T02	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5133	140 x 80	porte-à-faux de selette = 750mm, uniquement attelage de remorquage, pas pour dispositif d'attelage, pas d'échange possible
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T03	81.41250.5133	140 x 80	porte-à-faux de selette = 750mm, uniquement attelage de remorquage, pas pour dispositif d'attelage, pas d'échange possible
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T04	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T05	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 27mm
T06	81.41240.5045	160 x 100	T06, T36, ZAA uniquement avec plaques de renforcement 81.42022.0020/.0013
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
T07	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
T08	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
T09	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion

Tableau 27: Affectation du véhicule d'après la série, le numéro du type et la traverse arrière

F2000

N° de type	Référence MAN	Gabarit [mm]	Remarque
T10	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
T12	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T15	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
T16	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
	81.41250.5162	160 x 100	pas pour dispositif d'attelage
T17	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
	81.41250.5162	160 x 100	pas pour dispositif d'attelage
T18	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T20	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5148	160 x 100	Nur pour Typ T20 et T50
T31	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T32	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5133	140 x 80	porte-à-faux de selette = 750mm, uniquement attelage de remorquage, pas pour dispositif d'attelage, pas d'échange possible
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion

Tableau 27: Affectation du véhicule d'après la série, le numéro du type et la traverse arrière

F2000

N° de type	Référence MAN	Gabarit [mm]	Remarque
T33	81.41250.5133	140 x 80	porte-à-faux de selette = 750mm, uniquement attelage de remorquage, pas pour dispositif d'attelage, pas d'échange possible
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T34	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T35	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
T36	81.41240.5045	160 x 100	T06, T36, ZAA uniquement avec plaques de renforcement 81.42022.0020/.0013
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
T37	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
T38	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
T39	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T40	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
T42	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T43	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion

Tableau 27: Affectation du véhicule d'après la série, le numéro du type et la traverse arrière

F2000

N° de type	Référence MAN	Gabarit [mm]	Remarque
T44	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T45	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
T46	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5146	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 330mm
	81.41250.5162	160 x 100	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5167	160 x 100	porte à faux = 700mm (900mm)
T48	81.41250.1324	160 x 100	abaissé de, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
	81.41250.5167	160 x 100	porte à faux = 700mm (900mm)
T50	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5148	160 x 100	Nur pour Typ T20 et T50
T62	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5160	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion
T70	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
T72	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
T78	81.41250.5122	sans	pas pour dispositif d'attelage
	81.41250.5145	160 x 100	traverse arrière renforcée, hauteur de cadre 270mm
	81.41250.5159	330 x 110	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque

Tableau 28: Traverses arrière et données techniques

Référence MAN	Gabarit [mm]	D [kN]	S [kg]	C [kg]	R_C = C+S [kg]	D_C [kN]	V [kN]	Charge attelée maxi [kg]	t [mm]	Type	Remarque
81.41240.5045	160 x 100	130	1000	13000	14000	90	35	D-Wert	10	F2000	T06, T36, ZAA uniquement avec plaques de renforcement 81.42022.0020/.0013 selon le dessin de montage 81.42001.8105
81.41250.0127	sans	0	0	0	0	0	0	0	5	M2000	pas pour dispositif d'attelage
81.41250.1320	160 x 100	130	1000	13000	14000	90	35	D-Wert	12	F2000	abaissé de 150mm série, pour hauteur de cadre 270mm
81.41250.1324	160 x 100	130	1000	13000	14000	90	35	D-Wert	12	F2000	abaissé de 100mm série, pour hauteur de cadre 270mm
81.41250.1337	160 x 100	130	1000	13000	14000	90	35	D-Wert	12	F2000	abaissé de 150mm série, pour hauteur de cadre 330mm
81.41250.2251	sans	0	0	0	0	0	0	0	4	L2000	pas pour dispositif d'attelage
81.41250.5122	sans	0	0	0	0	0	0	0	6	M2000	26t, L95 pour épaisseur de cadre 7mm et hauteur de cadre 268 mm, pas pour dispositif d'attelage
81.41250.5122	sans	0	0	0	0	0	0	0	6	F2000	pas pour dispositif d'attelage
81.41250.5133	140 x 80	0	0	0	0	0	0	0	8	F2000	T02, T03, T32, T33, Sattel porte à faux = 750mm, Gabarit uniquement attelage de remorquage, pas pour dispositif d'attelage, pas d'échange possible
81.41250.5137	120 x 55	*	*	*	*	*	*	*	8	L2000	pièce de base pour 81.41250.5140 * uniquement avec plaque de renforcement 81.41291.2201
81.41250.5138	140 x 80	*	*	*	*	*	*	*	10	L2000	en remplacement de 81.41250.5150 * uniquement avec plaque de renforcement 81.41291.2492
81.41250.5139	140 x 80	52	1000	10500	11500	52	25	10500	10	L2000	en remplacement de 81.41250.5151
81.41250.5140	120 x 55	52	700	6500	7200	40	18	10500	8	L2000	4x2/2, pour dispositif d'attelage type G 135
81.41250.5141	160 x 100	0	0	0	0	0	0	0	8	F2000	en remplacement de 81.41250.5162, pas pour dispositif d'attelage, Gabarit nur pour Bandmontage
81.41250.5145	160 x 100	90	1000	16000	17000	90	50	20000	11	M2000	26t, L95, traverse arrière renforcée, pour épaisseur de cadre 7mm et hauteur de cadre 268mm
81.41250.5145	160 x 100	200	1000	18000	19000	130	70	D-Wert	11	F2000	traverse arrière renforcée, pour hauteur de cadre 270mm
81.41250.5146	160 x 100	200	1000	18000	19000	130	70	D-Wert	11	F2000	traverse arrière renforcée, pour hauteur de cadre 330mm
81.41250.5146	160 x 100	130	1000	9500	10500	67	35	D-Wert	11	F2000	Nur pour Typ T20 et T50

Tableau 28: Traverses arrière et données techniques

Référence MAN	Gabarit [mm]	D [kN]	S [kg]	C [kg]	R_C =C+S [kg]	D_C [kN]	V [kN]	Charge attelée maxi [kg]	t [mm]	Type	Remarque
81.41250.5150	140 x 80	*	*	*	*	*	*	*	10	L2000	pièce de base pour 81.41250.5151 * uniquement avec plaque de renforcement 81.41291.2492
81.41250.5151	140 x 80	60	1000	13000	14000	58	35	14000	10	L2000	traverse arrière renforcée
81.41250.5152	120 x 55	*	*	*	*	*	*	*	8	L2000	pièce de base pour 81.41250.5153 * uniquement avec plaque de renforcement 81.41291.2201
81.41250.5153	120 x 55	52	700	6500	7200	40	18	10500	8	L2000	transmission intégrale 4x4/2 ou 4x2/2 pour abaissé de 50mm, pour dispositif d'attelage type G 135
81.41250.5154	160 x 100	60	1000	9500	10500	55	35	14000	10	M2000-L	12t, L70, L71, L72, L73, épaisseur de cadre 5mm, remplacé par 81.41250.5158
81.41250.5154	160 x 100	84	1000	9500	10500	61	35	18000	10	M2000	13/14/15 t, épaisseur de cadre 6-7mm, remplacé par 81.41250.5158
81.41250.5154	160 x 100	90	1000	9500	10500	67	35	20000	10	M2000	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm, remplacé par 81.41250.5158
81.41250.5155	120 x 55	52	700	6500	7200	40	18	10500	8	L2000	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
81.41250.5155	83 x 56	17	80	2000	2080	17	10	2080	8	L2000	pompiers, gabarit complémentaire 120 x 55
81.41250.5156	160 x 100	60	1000	13000	14000	64	35	14000	12	M2000-L	12t, L70, L71, L72, L73, épaisseur de cadre 5mm, remplacé par 81.41250.5158
81.41250.5156	160 x 100	84	1000	13000	14000	71	35	20000	12	M2000	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, remplacé par 81.41250.5158
81.41250.5156	160 x 100	90	1000	16000	17000	90	50	24000	12	M2000	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm, remplacé par 81.41250.5158
81.41250.5158	160 x 100	60	1000	13000	14000	64	35	14000	11	L2000	10t, transmission intégrale 4x4/2, L26, L27, HD-Ausführung
81.41250.5158	160 x 100	60	1000	13000	14000	64	35	14000	11	M2000-L	12t, L70, L71, L72, L73, épaisseur de cadre 5mm, Pt camion max. 11.990kg
81.41250.5158	160 x 100	84	1000	13000	14000	71	35	20000	11	M2000	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm
81.41250.5158	160 x 100	90	1000	16000	17000	90	50	24000	11	M2000	18/25t, épaisseur de cadre 7-8mm
81.41250.5159	330 x 110	314	0	0	0	0	0	D-Wert	15	F2000	10 boulons pour montage d'attelage 100t, tracteur de semi-remorque
81.41250.5160	330 x 110	314	0	0	0	0	0	D-Wert	15	F2000	10 boulons pour montage d'attelage 100t, benne et châssis de camion

Tableau 28: Traverses arrière et données techniques

Référence MAN	Gabarit [mm]	D [kN]	S [kg]	C [kg]	R_C = C+S [kg]	D_C [kN]	V [kN]	Charge attelée maxi [kg]	t [mm]	Type	Remarque
81.41250.5161	160 x 100	55	700	6500	7200	40	18	10500	8	M2000	pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56, remplacé par 81.41250.5163
81.41250.5161	83 x 56	18	80	2000	2080	18	10	2080	8	M2000	pompiers, gabarit complémentaire 160 x 100, remplacé par 81.41250.5163
81.41250.5162	160 x 100	0	0	0	0	0	0	0	8	F2000	Gabarit nur pour Bandmontage, pas pour dispositif d'attelage
81.41250.5163	160 x 100	55	700	6500	7200	40	18	10500	8	M2000	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 83 x 56
81.41250.5163	83 x 56	18	80	2000	2080	18	10	2080	8	M2000	13/14/15t, épaisseur de cadre 6-7mm, pompiers, gabarit complémentaire 160 x 100
81.41250.5167	160 x 100	200	1000	18000	19000	130	70	D-Wert	11	F2000	T46, T48, porte à faux = 700mm (900mm), (pièce centrale 81.41250.5145)
81.41250.5168	160 x 100	53	1000	9500	10500	53	25	10500	8	L2000	Geräteträger Typ L26, pré-équipement pour arbre de prise de mouvement hydraulique, avec plaques de renforcement 81.42022.0013 et 81.42022.0014
81.41250.5170	140 x 80	60	1000	13000	14000	58	35	14000	10	L2000	transmission intégrale 4x4/2, abaissé de, traverse arrière renforcée

Tableau 29: Dessin de montage pour d

Type	Type d'attelage	Producteur d'attelage	Gabarit en [mm]	Ø Boulon en [mm]	Plan de montage Référence MAN	Remarque
L2000	260 G 135	Rockinger	120 x 55	40	81.42000.8031	en remplacement de 81.42000.8094
	86 G 135	Ringfeder	120 x 55	40	81.42000.8031	en remplacement de 81.42000.8094
	86 G 145	Ringfeder	140 x 80	40	81.42000.8095	
	260 G 145	Rockinger	140 x 80	40	81.42000.8095	
	864	Ringfeder	140 x 80	40	81.42000.8095	
	260 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8107	
	400 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8107	
	86 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8107	
	TK 226 A	Rockinger	83 x 56	40	81.42000.8116	pompiers
	D 125	Oris	83 x 56	rotule	81.42000.8101	Do 3,5t, siehe 81.42001.6142
	D 125/1	Oris	83 x 56	rotule	81.42030.6014	Do 2,2t, remplacé par D 125
	D 85 A	Oris	83 x 56	rotule	81.42030.6014	Do 2,2t, remplacé par D 125
M2000	260 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8107	
	400 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8107	
	86 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8107	
	340 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8106	porte à faux > 750mm
	430 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8106	porte à faux > 750mm
	95 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8111	porte à faux > 750mm
	98 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8112	porte à faux > 750mm, Suisse
	263 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8108	Suisse
	88 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8108	Suisse
	865	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8105	
	500 G 6	Rockinger	160 x 100	50	81.42000.8105	
	700 G 61	Rockinger	160 x 100	50	81.42000.8105	
	81/CX	Ringfeder	160 x 100	50	81.42000.8105	
	92/CX	Ringfeder	160 x 100	50	81.42000.8105	
	TK 226 A	Rockinger	83 x 56	40	81.42000.8116	pompiers

Tableau 29: Dessin de montage pour d

Type	Type d'attelage	Producteur d'attelage	Gabarit en [mm]	Ø Boulon en [mm]	Plan de montage Référence MAN	Remarque
F2000	260 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8107	
	400 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8107	
	86 G/150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8107	
	42 G 250	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8084	
	340 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8106	porte à faux > 750mm
	430 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8106	porte à faux > 750mm
	95 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8111	porte à faux > 750mm
	98 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8112	porte à faux > 750mm, Suisse
	263 G 150	Rockinger	160 x 100	40	81.42000.8108	Suisse
	88 G 150	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8108	Suisse
	865	Ringfeder	160 x 100	40	81.42000.8105	
	500 G 6	Rockinger	160 x 100	50	81.42000.8105	
	700 G 61	Rockinger	160 x 100	50	81.42000.8105	
	81/CX	Ringfeder	160 x 100	50	81.42000.8105	
	92/CX	Ringfeder	160 x 100	50	81.42000.8105	

4.16.5 Dispositif d'attelage à rotule

Comme toutes les charges s'exerçant par l'arrière, même de faibles charges d'appui se répercutent sur la répartition des charges sur les essieux. D'où la nécessité, surtout si d'autres charges arrière interviennent (par ex. hayon élévateur, grue de chargement à l'arrière) de déterminer au moyen d'un calcul la charge sur les essieux si des charges d'appui sont possibles.

Autres conditions préalables pour le montage de dispositifs d'attelage à rotule:

- Crochet d'attelage à rotule suffisamment dimensionné (charge d'appui, charge attelée)
- Support d'attelage suffisamment dimensionné et homologué
- MAN n'autorise pas un montage sans support d'attelage, c'est-à-dire avec une fixation uniquement au niveau du dispositif anti-encastrement arrière
- Le support d'attelage doit être fixé aux montants verticaux du cadre principal (une fixation à la membrure inférieure du cadre principal est interdite par MAN))
- Tenir compte des indications contenues dans les instructions de montage / les directives des fabricants du support d'attelage et du dispositif d'attelage à rotule
- Tenir compte des cotes de mobilité indispensables, par ex. selon VBG-12 et DIN 74058 (voir figures 42 et 43)
- L'instance de contrôle (par ex. DEKRA/TÜV) doit vérifier lors de l'enregistrement du dispositif d'attelage que son dimensionnement suffit et qu'il est relié au cadre du véhicule
- Respecter poids total roulant autorisé ou enregistré.

Une charge attelée de 3500kg peut toujours être enregistrée pour les véhicules des séries M2000L, M2000M et F2000 (pour la définition des séries, voir le chapitre « Généralités ») si les conditions préalables indiquées ont été respectées. Dans le cas de la série L2000, veiller à ce que le poids total roulant maximum soit de 10.400kg si une boîte à 5 rapports a été montée conjointement à la démultiplication la plus longue, c'est-à-dire i = 3,9. Tous les autres L2000 jusqu'à un poids total autorisé de 10.000kg peuvent également recevoir une charge attelée de 3500kg.

4.16.6 Sellette d'attelage

Les semi-remorques et les tracteurs de semi-remorque doivent être vérifiés afin de savoir s'ils peuvent constituer un véhicule articulé en raison de leurs dimensions et poids.

Il faut donc contrôler:

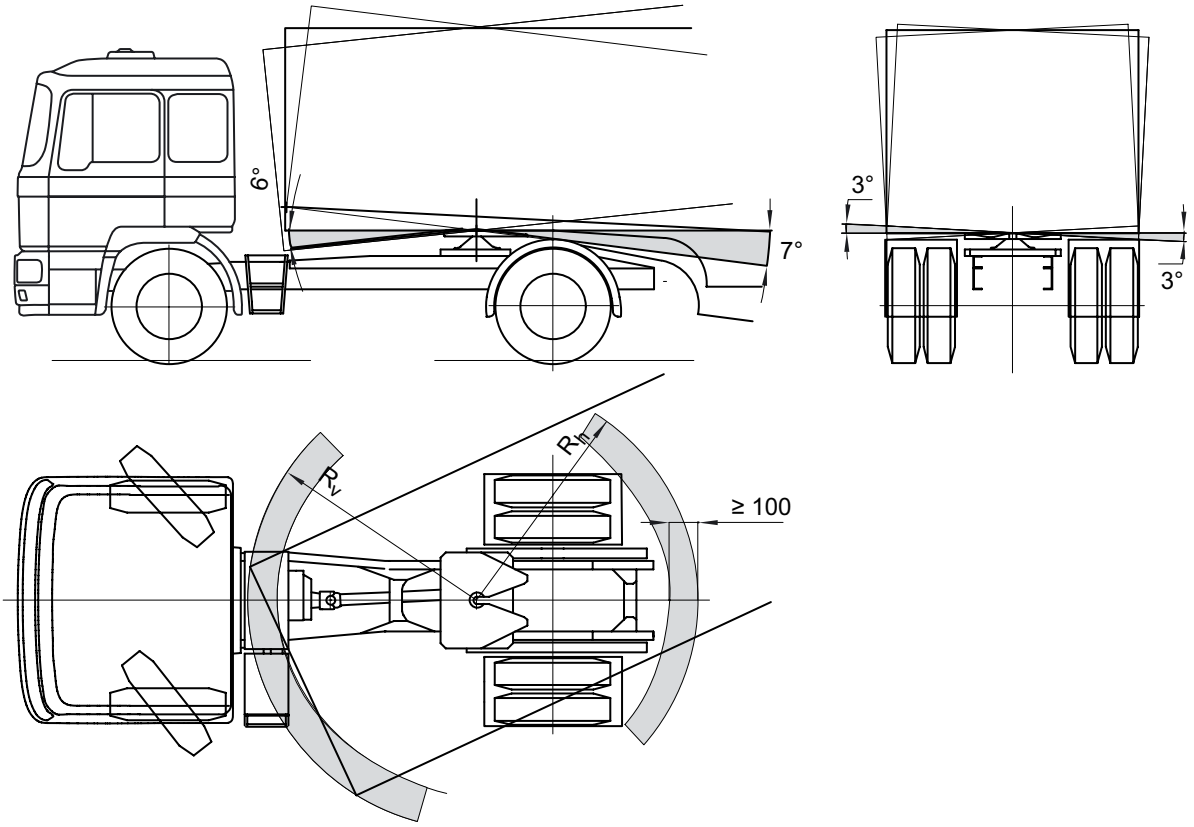
- Rayons de balayage
- Charge sur sellette
- Mobilité de toutes les pièces
- Prescriptions légales
- Directives de réglage pour le système de freinage.

Les mesures ci-après sont indispensables avant la mise en service du véhicule afin d'obtenir la charge maxi sur sellette:

- Peser le véhicule
- Effectuer le calcul de la charge sur les essieux
- Déterminer l'avancée optimale de sellette
- Vérifier le rayon avant de giration
- Vérifier le rayon arrière de giration
- Vérifier l'angle avant d'inclinaison
- Vérifier l'angle arrière d'inclinaison
- Vérifier la longueur hors tout du train articulé
- Poser correctement la sellette d'attelage

L'angle d'inclinaison requis s'élève selon DIN-ISO 1726 à 6° devant, 7° derrière et 3° sur le côté.
Des différences au niveau de la taille des pneus, des tarages des ressorts ou hauteur de la sellette entre le tracteur et la semi-remorque réduisent ces angles, ceux-ci n'étant donc ensuite plus conformes à la norme.
Il faut non seulement tenir compte de l'inclinaison de la semi-remorque en arrière mais aussi de l'inclinaison latérale dans les virages, de la compression des ressorts (guidage des essieux, cylindre de frein), des chaînes antineige, du mouvement pendulaire des organes d'essieu dans le cas de véhicules avec tandem à l'arrière et des rayons de giration.

Figure 47: Cotes sur les tracteurs de semi-remorque ESC-002



Tenir compte du fait qu'une hauteur minimum doit être respectée pour ce qui est de la hauteur de la sellette par rapport au sol.
La cote de position de la sellette indiquée dans les documents de vente ou les dessins du châssis ne s'entend que pour les véhicules standard. Les pièces de l'équipement, qui influencent le poids à vide du véhicule ou les cotes de celui-ci, exigent le cas échéant une modification de cette cote de la sellette. D'où éventuellement aussi une modification de la charge utile et de la longueur totale du train routier.

Seules des plaques de montage pour sellette d'attelage homologuées doivent être utilisées.
Les labels de contrôle se reconnaissent grâce à un numéro eXX (XX : nombre à 1 ou 2 chiffres), la plupart du temps dans le pourtour rectangulaire, suivi d'un autre groupe de chiffres XX-XXXX (nombre à 2 ainsi qu'à 4 chiffres, p. ex.: e1 00-0142).
Les plaques de montage nécessitant un perçage des brides du cadre ou du faux-châssis ne sont pas autorisées.

Le montage d'une sellette d'attelage sans faux-châssis est également interdit. Le dimensionnement du faux-châssis et la qualité du matériau ($\sigma_{0,2} \geq 360 N/mm^2$) doivent correspondre à celles d'un véhicule de série comparable. La plaque de la sellette ne doit pas reposer sur les longerons du cadre, mais exclusivement sur le faux-châssis.
Pour fixer la plaque de montage, utiliser uniquement des vis homologuées par MAN ou le fabricant des plaques de la sellette(voir aussi le chapitre « Modification du châssis », paragraphe « Perçages, rivets et assemblages par vis dans le cadre ». Respecter les couples de serrage et les contrôler lors du prochain entretien!

Tenir compte des instructions / directives des fabricants de sellettes d'attelage.

Le plan des plaques de la sellette de la remorque doit être parallèle à la chaussée lorsque la charge sur la sellette est celle autorisée.
La hauteur de la sellette d'attelage doit être calculée en conséquence, les cotes libres devant être respectées selon DIN-ISO 1726.

Les conduites et les câbles de raccordement pour l'alimentation en air, les freins, le système électrique et l'ABS ne doivent pas frotter contre la carrosserie ou s'entortiller dans les virages. D'où l'obligation pour le carrossier de contrôler si aucune des conduites et aucun des câbles ne frotte dans les virages en effectuant un test avec une semi-remorque. En cas de déplacement sans la semi-remorque, tous les câbles et toutes les conduites doivent être parfaitement fixés dans des têtes d'accouplement vides ou des connecteurs.

Il y a des pivots pour sellette de traction (appelés également maîtres-pivots ou Kingpin):

- Pivot pour sellette 50 avec un diamètre de 2"
- Pivot pour sellette 90 avec un diamètre de 3,5"(selon 94/20/CE).

Celui qui doit être utilisé dépend de divers facteurs. La valeur D est décisive comme pour les dispositifs d'attelage. C'est la plus faible valeur D du maître-tourillon et de la sellette d'attelage qui est valable pour l'ensemble du véhicule articulé de type tracteur.
La valeur D est indiquée sur les plaquettes signalétiques.

Les formules suivantes sont appliquées pour déterminer la valeur D pour le véhicule articulé de type tracteur:

Formule 17: Valeur D de la sellette d'attelage

$$D = \frac{0{,}6 \cdot 9{,}81 \cdot T \cdot R}{T + R - U}$$

Ce qui suit est valable pour une valeur D donnée et un poids total autorisé de la semi-remorque recherché:

Formule 18: Poids total autorisé pour la semi-remorque

$$R = \frac{D \cdot (T - U)}{(0{,}6 \cdot 9{,}81 \cdot T) - D}$$

Lorsqu'on a déterminé le poids total autorisé de la semi-remorque et la valeur D du dispositif de liaison, on peut calculer le poids total du tracteur de semi-remorque à l'aide de la formule suivante:

Formule 19: Poids total autorisé pour le tracteur

$$T = \frac{D \cdot (R \cdot U)}{(0{,}6 \cdot 9{,}81 \cdot R) - D}$$

La formule obtenue est la suivante lorsque l'on cherche la charge sur la sellette alors que toutes les autres charges sont connues:

Formule 20: Charge sur la sellette

$$U = T + R - \frac{0{,}6 \cdot 9{,}81 \cdot T \cdot R}{D}$$

Signification:

D	=	Valeur D en [kN]
R	=	Poids total autorisé de la semi-remorque en [t] y compris la charge sur la sellette
T	=	Poids total autorisé du tracteur de semi-remorque en [t] y compris la charge sur la sellette
U	=	Charge sur la sellette en [t]

Des exemples de calculs se trouvent dans le chapitre 9 « Calculs ».

4.16.7 Transformation d'un camion en tracteur de semi-remorque et d'un tracteur de semi-remorque en camion

Pour la transformation d'un tracteur de semi-remorque en camion et vice versa, une modification du paramétrage véhicule du frein EBS est nécessaire. Une autorisation de MAN est donc indispensable pour transformer un camion en tracteur de semi-remorque et inversement. Les renseignements et les confirmations en vue d'une modification du système de freinage sont fournis par le service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »).Les données suivantes doivent être indiquées : numéro d'identification du véhicule et numéro du véhicule (explication voir le chapitre « Généralités »).

Seules des plaques de montage homologuées et autorisées par MAN doivent être utilisées pour la pose de la sellette d'attelage. Une autorisation par les organisations de contrôle (par ex. TÜV, DEKRA) ne constitue pas une homologation et ne remplace pas non plus l'autorisation de MAN.
Les plaques de montage ne doivent être fixées qu'au faux-châssis. La section du faux-châssis et ses paramètres de résistance doivent au moins être semblables à un faux-châssis comparable d'un véhicule de série. Voir ci-avant pour la conception et l'installation du faux-châssis, de la plaque de montage et de la sellette d'attelage.
Les prises d'air et les raccords électriques doivent être décalés de manière que rien ne gêne en attelant et dételant et que les câbles ainsi que les conduites ne puissent pas être endommagés par les mouvements de la semi-remorque. Si des câbles électriques doivent être modifiés, ne mettre que des faisceaux comparables à ceux des tracteurs de semi-remorques MAN. Ceux-ci peuvent être obtenus auprès du service des pièces de rechange. Tenir compte dans tous les cas des remarques et indications dans le chapitre « Circuit électrique, conduites“ en cas de modification du système électrique de série.
Prévoir une surface de travail appropriée d'au moins 400mm x 500mm, ainsi qu'un accès pour monter jusqu'à celle-ci au cas où les prises d'air et les raccords électriques ne pourraient pas être branchés depuis la chaussée.
Tenir compte des indications dans le chapitre « Modification du châssis », s'il faut modifier le cadre, l'empattement ou le porte-à-faux du cadre.
La suspension arrière du tracteur de semi-remorque comparable de la MAN doit être posée afin d'éviter la plongée de la sellette. Prévoir une barre stabilisatrice pour le pont arrière.
Il n'est pas nécessaire de transformer la suspension arrière (mais perte de confort en raison des ressorts plus durs de la benne) en cas de modification d'un châssis de benne en un tracteur de semi-remorque. La suspension arrière d'une benne correspondante doit impérativement être installée en cas de transformation d'un tracteur de semi-remorque en un châssis benne.

5. Carrosseries

5.1 Généralités

Afin de pouvoir l'identifier, chaque carrosserie doit porter une plaquette signalétique indiquant au minimum:

- le nom complet du carrossier
- le numéro de série

Les données figurant sur la plaquette signalétique doivent être en permanence visibles.

Les carrosseries influencent considérablement la tenue de route et les résistances à l'avancement et donc la consommation de carburant. Elles ne doivent donc pas:

- augmenter les résistances au déplacement
- détériorer les qualités routières.

Bien qu'inévitables la flexion et la déformation du cadre ne doivent pas avoir des répercussions négatives sur la carrosserie et le véhicule. Elles doivent être parfaitement absorbées par la carrosserie. Des panneaux latéraux en trois parties sont disponibles p. ex. pour les carrosseries avec plateaux-ridelles. Valeur estimée pour les flexions inévitables:

Formule 21: Valeur approximative pour la flexion autorisée

$$f = \frac{\Sigma_1^i l_i + l_ü}{200}$$

Signification:

f = flexion maximale en [mm]
l_i = empattements, Σl_i = somme des empattements en [mm]
$l_ü$ = porte-à-faux du cadre en [mm]

Le couple de résistance influence la contrainte de flexion alors que le moment d'inertie géométrique influence la section et la caractéristique vibratoire. D'où l'obligation de prévoir non seulement un couple de résistance suffisant, mais aussi un moment surfacique d'inertie assez élevé.
La carrosserie doit transmettre aussi peu de vibrations que possible au châssis.
La conception doit essentiellement dépendre des conditions réelles d'utilisation. Nous supposons que les carrossiers peuvent concevoir le faux-châssis ou le cadre de montage requis, tout au moins dans les grandes lignes.
Il est exigé du carrossier qu'il prenne les mesures adéquates afin d'exclure toute surcharge du véhicule. Les données des cadres des véhicules MAN indispensables pour la conception des faux-châssis peuvent être consultées dans:

- le tableau « Longerons des cadres » dans le chapitre 4 « Modification du châssis »
- notre service en ligne MANTED® (www.manted.de)
- le plan du châssis (disponible également via MANTED®).

Le carrossier doit tenir compte des tolérances habituelles et inévitables dans le secteur de l'automobile.
Il s'agit p. ex. des tolérances des:

- pneus
- ressorts
- cadres.

Il faut s'attendre à d'autres variations des cotes durant l'utilisation du véhicule lesquelles doivent être prises en compte lors de la conception des carrosseries. En font partie p. ex.

- le tassement des ressorts
- la déformation des pneus
- la déformation de la carrosserie.

Le cadre ne doit être déformé ni avant ni pendant le montage. Avant de le garer sur l'aire de montage, faire avancer et reculer le véhicule un certain nombre de fois de manière à supprimer les tensions dues aux couples de torsion. Ceci s'applique tout particulièrement aux véhicules avec un double essieu étant donné que ceux-ci subissent des contraintes dans les virages.
La carrosserie doit être installée sur le véhicule après avoir placé celui-ci sur une aire bien plane. Les intervalles de maintenance des carrosseries doivent autant que possible concorder avec ceux du châssis de façon à simplifier les opérations.

5.1.1 Accessibilité, libre mouvement

L'accès aux tubulures de remplissage pour le carburant et à l'urée le cas échéant doit être assuré ainsi que l'accès à tous les autres éléments rapportés du cadre (p. ex. treuil de roue de secours, caisson de batterie).
Rien ne doit entraver le mouvement des pièces mobiles par rapport à la carrosserie.
Pour la liberté de mouvement minimale, il faut tenir compte des paramètres suivants:

- compression maxi des ressorts
- compression dynamique des ressorts en roulant
- compression des ressorts en démarrant ou en freinant
- inclinaison latérale dans les virages
- utilisation de chaînes antidérapantes
- caractéristiques de fonctionnement de secours,

p. ex. soufflets endommagés pendant le roulage et inclinaison latérale en découlant (p. ex. inclinaison latérale de 3° selon ISO 1726 pour les tracteurs de semi-remorques, voir aussi le chapitre « Dispositifs d'accouplement »).
Les critères mentionnés ci-dessus peuvent en partie apparaître en même temps. Ni les pneus, ni les chaînes antidérapantes ne doivent toucher la carrosserie. Comme espace libre résiduel (critères mentionnés ci-dessus respectés) nous recommandons au moins 30mm.
Les valeurs indiquées dans le tableau 30 pour des hauteurs portantes des chaînes antidérapantes servent uniquement d'information et diffèrent selon les marques et les types de châssis.

Figure 48: Cotes porteuses des chaînes antidérapantes ESC-033

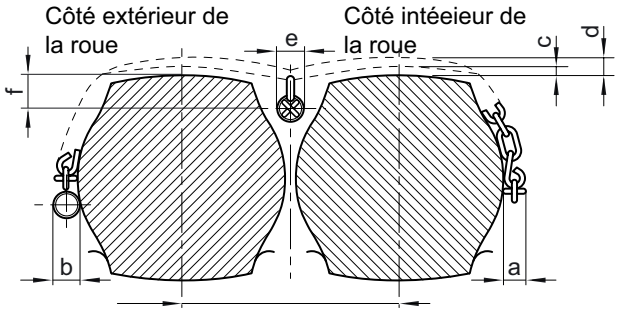


Tableau 30: Cotes de dérapage des chaînes

Source: Rud Kettenfabrik Rieger u. Dietz, D-73428 Aalen

Taille	Dénomination des pneus	a [mm]		b [mm]		c [mm]		d [mm]		e [mm]	f [mm]
		simple	jumelée	simple.	jumelée	simple.	jumelée	simple.	jumelée	jumelée	jumelée
17,5°	215/75 R 17.5	20	23	36	42	24	28	60	70	42	60
	225/75 R 17.5	20	23	36	42	24	28	60	70	42	60
	235/75 R 17.5	20	23	36	42	24	28	60	70	42	60
	245/75 R 17.5	20	23	36	42	24	28	60	70	42	60
	245/75 R 17.5	20	23	36	42	24	28	60	70	42	60
19,5°	245/70 R 19.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	265/70 R 19.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	285/70 R 19.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	305/70 R 19.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
20,0°	335/80 R 20	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
	365/80 R 20	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
	365/85 R 20	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
	375/70 R 20	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
22,5°	10 R 22,5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	11 R 22,5	26	26	45	45	32	32	80	80	48	70
	12 R 22,5	26	26	45	45	32	32	80	80	48	70
	13 R 22,5	26	26	45	45	32	32	80	80	48	70
	255/70 R 22.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	275/70 R 22.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	285/60 R 22.5	26	26	45	45	32	32	80	80	48	70
	295/60 R 22.5	26	26	45	45	32	32	80	80	48	70
	295/80 R 22.5	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
	305/60 R 22.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	305/70 R 22.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	315/60 R 22.5	23	26	38	45	28	32	70	80	48	70
	315/70 R 22.5	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
	315/80 R 22.5	26	26	38	45	32	32	70	80	48	70
	385/65 R 22.5	26	26	38	45	32	32	80	80	48	70
	425/65 R 22.5	26	26	38	45	32	32	80	80	48	70

Vérifier également l'espace libre en cas d'essieu relevable levé. La course de levage doit être supérieure à la course des ressorts de l'essieu moteur afin d'empêcher que l'essieu levé frotte sur le sol lors d'une compression dynamique des ressorts de l'essieu moteur.

La fonction de levage peut être limitée en raison de:

- la position du bord inférieur de la carrosserie (carrosserie basse p. ex.)
- répartition de la charge (p. ex. si grues de chargement à l'extrémité du cadre).

MAN recommande alors de renoncer à la possibilité de relevage. Elle doit être verrouillée si ≥ 80 % de la charge autorisée sur l'essieu moteur en roulant à vide avec l'essieu relevé ou si la charge ≥ 25 % n'est pas atteinte au niveau de l' essieu AV.

5.1.2 Abaissement de la carrosserie

La carrosserie peut être éventuellement abaissée de la cote « h_δ » selon la formule suivante si des pneus d'une plus petite taille sont montés sur un véhicule:

Formule 22: Différence de cote pour abaissement de la carrosserie

$$h_\delta = \frac{d_1 - d_2}{2}$$

Signification:

h_δ = différence de cote pour l'abaissement en [mm]
d_1 = diamètre extérieur du pneu le plus grand en [mm]
d_2 = diamètre extérieur du pneu le plus petit en [mm]

Etant donné que la distance entre le bord supérieur du cadre et le bord supérieur des pneus diminue de la cote « h_δ », la carrosserie peut également être abaissée d'un montant équivalent si d'autres raisons ne s'y opposent pas. D'autres raisons sont p.ex. des pièces qui dépassent le bord supérieur du cadre.

Les influences ci-dessous doivent être vérifiées si une carrosserie doit être abaissée encore plus:

- compression maxi statique des ressorts sur le véhicule déchargé (= comme indiqué sur le dessin du châssis)
- course dynamique supplémentaire des ressorts
- inclinaison latérale dans les virages (env. 7° sans chaînes antidérapantes)
- hauteurs d'appui des chaînes antidérapantes
- liberté de mouvement des composants qui peuvent dépasser du bord supérieur du cadre en cas de compression maxi des ressorts p. ex. cylindres de frein
- liberté de mouvement de la boîte de vitesses et de la timonerie de changement de vitesses.

Les critères mentionnés peuvent également se produire simultanément.

5.1.3 Marchepieds et plateformes

Les marchepieds et les plateformes accessibles doivent être conformes aux directives de prévention des accidents en vigueur.
Il est recommandé d'utiliser des caillebotis ou des tôles à découpes des deux côtés. Les tôles fermées ou celles découpées d'un seul côté ne sont pas autorisées. Les tôles de recouvrement doivent être prévues de sorte que l'eau qui s'écoule ne puisse pas pénétrer dans le reniflard de la boîte de vitesses.

5.1.4 Protection contre la corrosion

La qualité du revêtement des carrosseries devrait donc toujours être égale à celle du châssis. Afin que cette exigence soit respectée pour les carrosseries commandées par MAN à des carrossiers, il faut impérativement appliquer la norme usine M3297 de MAN «Protection contre la corrosion et systèmes de revêtement pour les carrosseries réalisées en sous-traitance». Si la carrosserie est commandée par le client, cette norme est alors considérée comme étant une recommandation, la non-observation de celle-ci excluant alors toute garantie par MAN pour les conséquences. On peut se procurer les normes d'usine de MAN auprès du service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »). Instructions d'application de la norme MAN M3297:

Les châssis MAN sont revêtus d'une peinture de finition à 2 composants à base d'eau sans danger pour l'environnement et séchée à des températures de séchage jusqu'à 80°C environ. Afin de garantir une qualité homogène, la structure de revêtement suivante est préconisée pour tous les éléments métalliques de la carrosserie et du faux-châssis:

- surface des composants avec le métal apparent ou grenaillée (SA 2,5)
- apprêt : couche adhérente de préparation EP à 2 composants, comme autorisé d'après norme d'usine M 3162-C de MAN ou - si possible -
- KTL d'après la norme d'usine M3078-2 de MAN avec traitement préalable au phosphate de zinc
- peinture de finition à 2 composants (2K) selon la norme d'usine M 3094 de MAN de préférence à base d'eau.

A la place de la couche d'apprêt et de la peinture de finition, une galvanisation à chaud est également possible pour le soubassement de la carrosserie (p. ex. longerons, traverses et goussets d'assemblage, l'épaisseur de couche doit être ≥ 80µm.
La marge de manœuvre pour les durées de séchage et de durcissement ainsi qu'au niveau des températures est indiquée dans les fiches techniques du fabricant des laques et peintures.
Lors du choix et de la combinaison de différents métaux (p. ex. aluminium et acier), il faut tenir compte de l'effet de la série de tensions électrochimiques sur les phénomènes de corrosion aux surfaces limites (isolation).
Il faut également penser à la compatibilité des métaux entre eux ; p. ex. la série de tensions électrochimiques p.ex. (cause de la corrosion par contact).

Après tous les travaux effectués sur les châssis:

- enlever les copeaux
- ébarber les arêtes
- protéger les corps creux avec de la cire

Les éléments mécaniques de liaison (boulons, écrous, rondelles, goujons p. ex.) qui ne sont pas peints, doivent être protégés impeccablement contre la corrosion. Tous les châssis arrivés chez le carrossier doivent être lavés à l'eau claire afin de faire disparaître les traces de sel et donc d'éviter toute corrosion due à l'action du sel durant les périodes d'immobilisation de la phase de construction de la carrosserie.

5.2 Faux-châssis

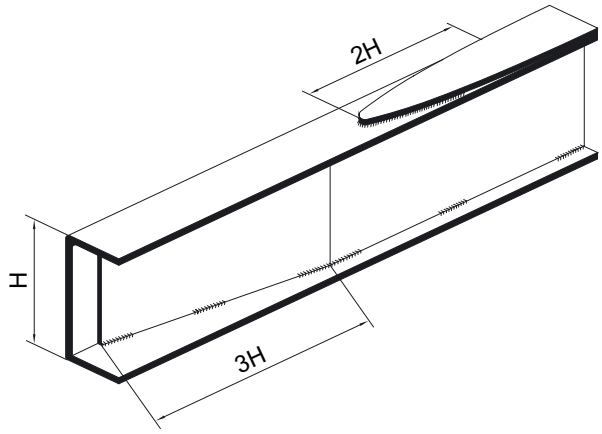
La largeur extérieure du faux-châssis doit être identique à celle du cadre du châssis et suivre le contour extérieur du cadre principal. Une autorisation préalable écrite de MAN, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur ») est indispensable en cas d'exception.

Si un faux-châssis est nécessaire, il doit être exécuté d'un seul tenant. Il ne faut pas qu'il soit interrompu ou plié latéralement (une autorisation est indispensable dans les cas exceptionnels p. ex. pour quelques bennes).

Le longeron du faux-châssis doit reposer parfaitement à plat sur la bride supérieure des longerons du cadre.

Eviter des charges ponctuelles. Les faux-châssis doivent autant que possible ne pas être rigides à la torsion. N'utiliser des profilés en caissons rigides à la torsion que si la conception ne laisse aucune autre possibilité (exceptions valables pour les grues de chargement, voir le paragraphe « Grue de chargement » dans ce chapitre à 5.3.8). Les profilés en U repliés et usuels dans la construction automobile sont ceux qui conviennent le mieux pour que le faux-châssis ne soit pas rigide à la torsion.
Les profilés laminés ne conviennent pas
Il faut avoir une transition progressive entre le caisson et le profilé en U, si un faux-châssis doit être fermé en divers endroits de manière à obtenir un caisson. La transition entre le profilé fermé et le profilé ouvert doit s'étendre en longueur au minimum trois fois la hauteur du faux-châssis (voir figure 49).

Figure 49: Transition entre le profilé en caisson et le profilé en U ESC-043



Les dimensions que nous recommandons pour les faux-châssis ne signifient en aucun cas que le carrossier n'aurait plus besoin de vérifier encore une fois si le faux-châssis convient bien compte tenu de l'utilisation prévue.

La limite d'élasticité, appelée également limite d'allongement ou limite $\sigma_{0,2}$ ne doit être dépassée en aucun cas quelles que soient les conditions de déplacement ou la charge. Tenir compte des coefficients de sécurité.

Coefficients de sécurité recommandés:

- 2,5 en roulant
- 1,5 en pleine charge à l'arrêt.

Voir le tableau 31 pour les limites d'élasticité des différents matériaux des faux-châssis.

Tableau 31: Limites d'élasticité des matériaux des faux-châssis

N° de matériaux	Ancienne dénom. des matériaux	Ancienne norme	$\sigma_{0,2}$ [N/mm²]	$\sigma_{0,2}$ [N/mm²]	Nouvelle dénom. des matériaux	Nouvelle norme	Aptitude pour le cadre du véhicule/faux-châssis
1.0037	St37-2	DIN 17100	≥ 235	340-470	S235JR	DIN EN 10025	ne convient pas
1.0570	St52-3	DIN 17100	≥ 355	490-630	S355J2G3	DIN EN 10025	bonne aptitude
1.0971	QStE260N	SEW 092	≥ 260	370-490	S260NC	DIN EN 10149-3	uniquement pour L2000 4x2, pas si charges ponctuelles
1.0974	QStE340TM	SEW 092	≥ 340	420-540	(S340MC)		pas si charges ponctuelles
1.0978	QStE380TM	SEW 092	≥ 380	450-590	(S380MC)		bonne aptitude
1.0980	QStE420TM	SEW 092	≥ 420	480-620	S420MC	DIN EN 10149-2	bonne aptitude
1.0984	QStE500TM	SEW 092	≥ 500	550-700	S500MC	DIN EN 10149-2	bonne aptitude

Les matériaux S235JR (St37-2) et S260NC (QStE260N) ne conviennent pas ou pas particulièrement bien pour les faux-châssis. Ils ne sont autorisés que pour les charges linéaires. Des aciers avec une limite d'élasticité $\sigma_{0,2}$ ≥ 350 N/mm² sont indispensables pour renforcer un faux-châssis ou en cas d'installation de dispositifs caractérisés par une pénétration locale de la force (p. ex. hayons élévateurs, grues, treuils).

Il ne faut pas que des arêtes vives agissent sur les longerons du cadre. D'où l'obligation de bien ébarber, arrondir ou chanfreiner les arêtes.

Les véhicules de la série F2000 peuvent, selon le type, l'empattement et la version, avoir des longerons d'une hauteur de 270mm au lieu de 330mm. Un faux-châssis d'un seul tenant doit être utilisé si la hauteur des longerons est de 270mm (exception: carrosseries autoportantes sans faux-châssis, voir paragraphe 5.2.2.4 et conteneurs amovibles, voir paragraphe 5.3.7 de ce chapitre).
Le tableau des longerons du cadre au début du chapitre 4 « Modification du châssis » indique pour chaque véhicule la hauteur des longerons de son châssis. Le faux-châssis et les longerons du cadre doivent conjointement être au minimum égaux au couple surfacique d'inertie et au couple de résistance du longeron d'une hauteur de 330mm. On choisira un assemblage à introduction de poussée rigide ou souple en fonction de la configuration de la carrosserie. Une carrosserie sans faux-châssis est envisageable si l'on tient compte des obligations énumérées au paragraphe 2.2.4 « Carrosseries autoportantes sans faux-châssis »" et tant qu'il est certain que la charge supplémentaire pourra être supportée par la carrosserie.

Le faux-châssis ne doit pas limiter la liberté de mouvement de l'ensemble des pièces mobiles.

5.2.1 Configuration des faux-châssis

Les véhicules suivants ont besoin d'un faux-châssis d'un seul tenant:

- L2000: tous les numéros des types
- M2000L, M2000M les numéros des types du tableau 32.

Tableau 32: Types exigeant un faux-châssis d'un seul tenant

Tonnage	Type
L2000	
8/9t	L20
	L21
	L22
	L23
	L33
	L34
10t	L24
	L25
	L26
	L27
	L35
	L36

Tonnage	Type
M2000L	
12t	L70
	L71
	L72
	L73
14t	L74
	L75
	L76
	L77
	L79
	L80
15/20t	L81
	L82
	L83
	L84
	L86

Tonnage	Type
M2000M	
14t	M31
	M32
	M33
	M34

Le couple surfacique d'inertie du longeron du faux-châssis doit être de ≥ 100 cm^4. Les profilés conformes à ce couple surfacique d'inertie sont p. ex. les suivants:

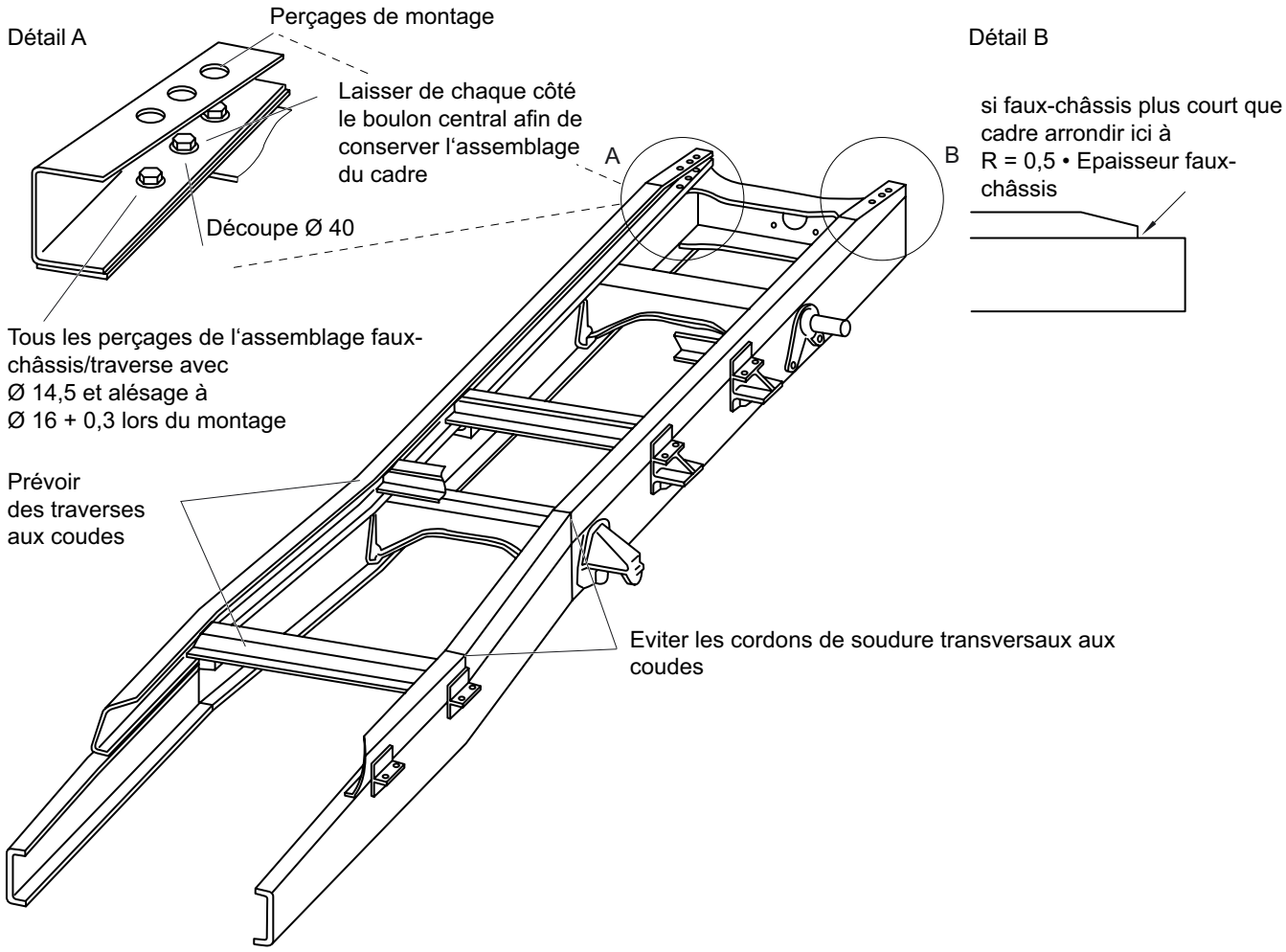
- U 90/50/6
- U 95/50/5
- U 100/50/5
- U 100/55/4
- U 100/60/4
- U 110/50/4.

Qualité minimum S355J2G3 (=St 52-3) ou un autre acier avec une limite d'élasticité de $\sigma_{0,2} \geq 350$ N/mm^2.
Des matériaux caractérisés par une plus faible limite d'élasticité sont exclusivement autorisés pour les charges linéaires.

Placer si possible la traverse du faux-châssis au-dessus de la traverse du cadre.

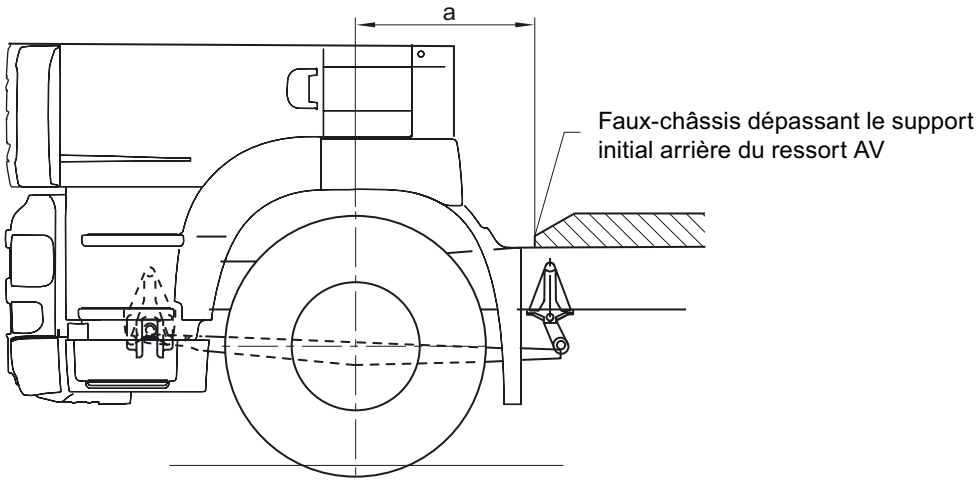
L'assemblage du cadre principal ne doit pas être défait lors du montage du faux-châssis.

Figure 50: Configuration du faux-châssis ESC-096


Détail A
Perçages de montage
Laisser de chaque côté le boulon central afin de conserver l'assemblage du cadre
Découpe Ø 40
Tous les perçages de l'assemblage faux-châssis/traverse avec Ø 14,5 et alésage à Ø 16 + 0,3 lors du montage
Prévoir des traverses aux coudes
A
B
Détail B
si faux-châssis plus court que cadre arrondir ici à R = 0,5 • Epaisseur faux-châssis
Eviter les cordons de soudure transversaux aux coudes

Le longeron du faux-châssis doit arriver le plus possible en avant, mais dépasser au minimum le support arrière de ressort avant (voir fig. 51). Une distance „a" de ≤ 600mm est recommandée entre le centre de la roue du 1er essieu et le faux-châssis si le 1er essieu est à suspension pneumatique.

Figure 51: Distance du début du faux-châssis par rapport au milieu du 1er essieu ESC-097



Le faux-châssis doit suivre le contour du cadre afin de pouvoir rester conforme aux cotes requises, il est permis de le chanfreiner à l'avant ou d'y pratiquer une découpe (exemple voir figure 52 à 55).

Figure 52: Biseau avant du faux-châssis ESC-030

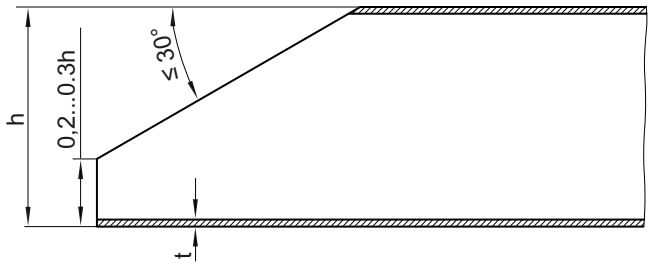


Figure 53: Evidement avant du faux-châssis ESC-031

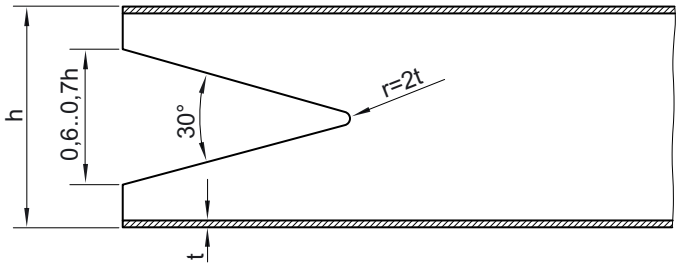


Figure 54: Adaptation du faux-châssis par écartement ESC-098

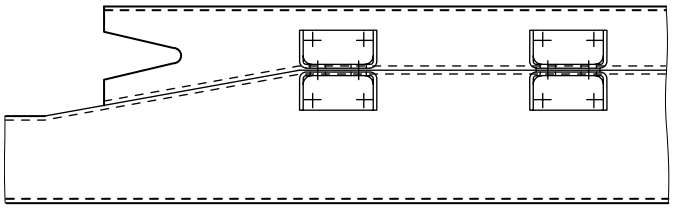
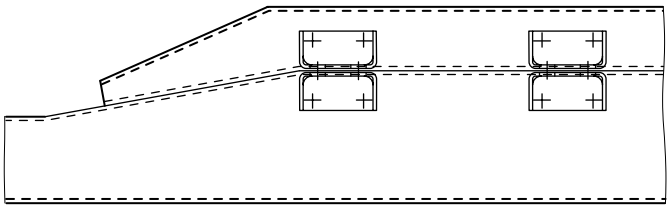


Figure 55: Adaptation du faux-châssis par biseautage ESC-099



5.2.2 Fixation des faux-châssis et des carrosseries

La liaison du faux-châssis et du cadre du véhicule doit être souple ou rigide. Selon la nature de la carrosserie, les deux types de liaisons peuvent être possibles ou indispensables simultanément (on dit alors qu'elle est partiellement rigide et on indique alors la longueur et l'emplacement de l'assemblage à introduction de poussée rigide). L'utilisation d'une solution ou de l'autre dépend de la résistance. Les liaisons rigides doivent être prévues lorsqu'un assemblage à introduction de poussée souple ne suffit plus.

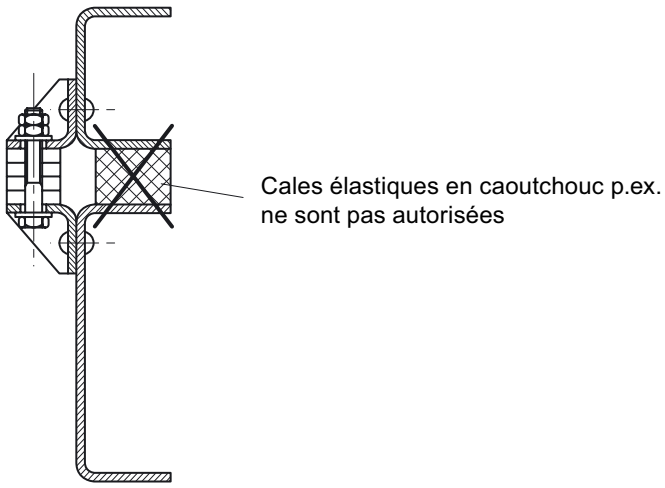
Le „théorème de Steiner" ne s'applique conjointement au cadre et au faux-châssis que s'il s'agit de liaisons rigides.
Il permet de calculer le couple surfacique d'inertie de l'ensemble de l'assemblage découlant du cadre et du faux-châssis.

Les équerres de fixation montées à l'usine ou livrées séparément par MAN sont exclusivement prévues pour le montage de plateaux de chargement et de carrosseries de fourgons. Elles peuvent certes également convenir pour d'autres éléments rapportés et carrosseries, toutefois il faut vérifier si la résistance est suffisante en cas d'installation d'appareils et de machines, d'engins de levage, de carrosseries pour citernes, etc.

L'introduction dans le faux-châssis de la force issue de la carrosserie - en particulier la fixation de celle-ci par rapport à l'assemblage du cadre - ainsi que les liaisons correspondantes avec le cadre principal - relèvent de la responsabilité du carrossier.

Il est interdit de placer des cales en bois et des cales élastiques entre le cadre et le faux-châssis ou le cadre et la carrosserie (voir figure 56). Des exceptions ne sont possibles qu'après concertation avec MAN (Service ESC, voir l'adresse en haut sous « Editeur »).

Figure 56: Cales élastiques ESC-026



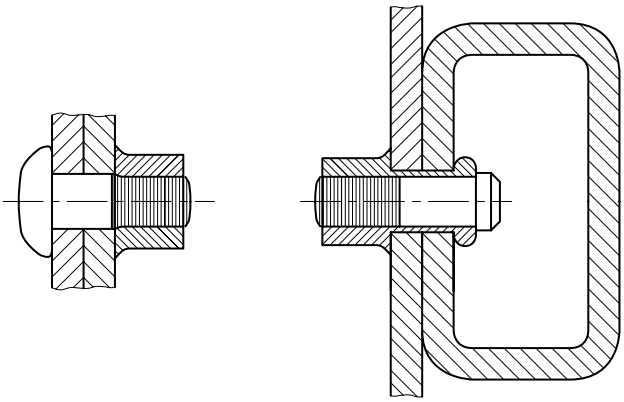
5.2.2.1 Assemblage boulonné et riveté

Des assemblages boulonnés conformes au minimum à la classe de résistance 10.9 avec freinage mécanique sont autorisés.
MAN recommande des boulons/écrous nervurés. La matière des écrous doit être semblable à celle des boulons.
Respecter impérativement le couple de serrage indiqué par le fabricant des boulons.

Il est également possible d'utiliser des rivets à haute résistance (p. ex. Huck®BOM ou des goujons de fermeture à bague) traités selon les directives du fabricant. La configuration et la résistance doivent être au moins égales à celle de la liaison boulonnée.

Des boulons à bride sont également autorisés - mais pas encore testés par MAN. MAN attire l'attention sur le fait que les boulons à bride exigent une énorme précision lors du montage en raison de l'absence d'un frein réel. Ceci est tout particulièrement valable lorsque les longueurs de blocage sont courtes.

Figure 57: Liaison rivetée en cas de profilés ouverts et de profilés fermés ESC-157

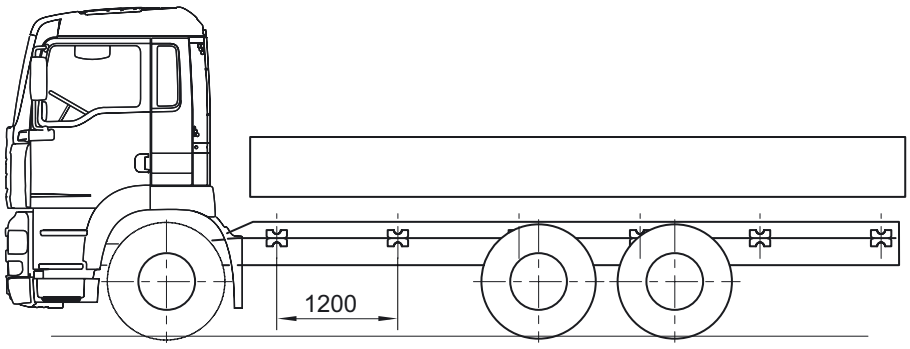


5.2.2.2 Assemblage à introduction de poussée souple

Les assemblages à introduction de poussée souple permettent l'adhérence et la friction. Un mouvement relatif entre le cadre et le faux-châssis est possible dans de faibles proportions. Toutes les carrosseries ou les faux-châssis boulonnés sur le cadre du véhicule par des équerres sont des liaisons souples. Même s'il est fait appel à des tôles de poussée, ces éléments doivent d'abord être considérés comme étant un assemblage à introduction de poussée souple. Ce type de liaison ne peut être reconnu comme étant rigide qu'après des calculs ayant apporté la preuve de l'aptitude à un assemblage à introduction de poussée rigide.

Les points de fixation prévus sur le châssis doivent être utilisés dans un premier temps lorsqu'il s'agit d'une assemblage à introduction de poussée souple. Des fixations supplémentaires doivent être prévues aux endroits appropriés si ces points ne suffisent pas ou ne peuvent pas servir du fait même de la construction. En cas de perçages supplémentaires à percer dans le cadre, on tiendra également compte du chapitre 4 « Modification du châssis s»", paragraphe « Perçages, rivets et assemblages par vis dans le cadre ».
Prévoir un nombre de points de fixation de sorte que l'entraxe des points à cet effet ne dépasse pas 1200mm (voir figure 58).

Figure 58: Distance entre la fixation du faux-châssis et celle de la carrosserie ESC-100



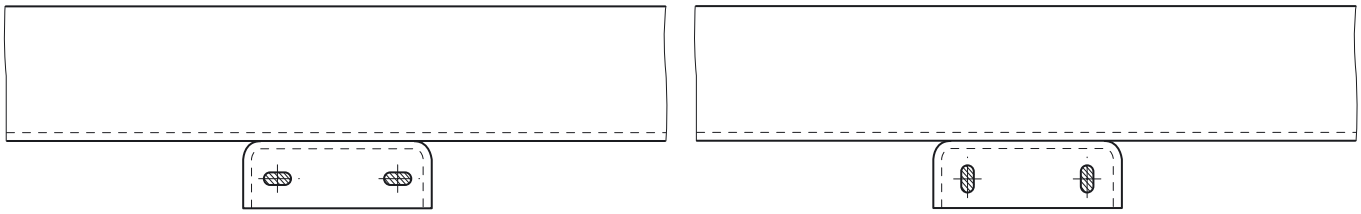
Même si des équerres de fixation sont livrées séparément par MAN ou se trouvent déjà sur le véhicule, le carrossier est néanmoins impérativement tenu de vérifier si le nombre et la disposition des « perçages disponibles dans le cadre » sont adéquats et suffisants pour sa carrosserie.

Les équerres de fixation placées sur les véhicules MAN sont dotées de perçages oblongs dirigés dans le sens longitudinal du véhicule (voir figure 59).

Ils compensent les tolérances et autorisent, lorsqu'il s'agit de liaisons souples, l'inévitable mouvement longitudinal induit entre le cadre et le faux-châssis ainsi qu'entre le cadre et la carrosserie.

Afin de compenser les cotes d'écartement en largeur, les équerres de fixation du faux-châssis peuvent également être pourvues de boutonnières qui doivent toutefois être placées transversalement par rapport à l'axe longitudinal du véhicule (voir figure 59).

Figure 59: Équerres de fixation avec boutonnières ESC-038

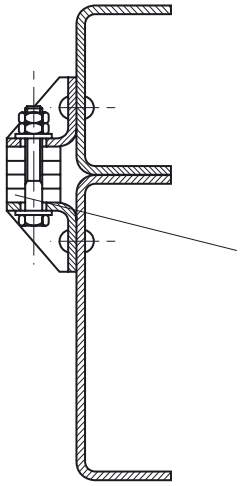


Équerres de fixation sur le cadre

Équerres de fixation sur le faux-châssis

La différence de distance (entrefer) entre les équerres de fixation du cadre et du faux-châssis doit être compensée en ajoutant des cales ayant l'épaisseur requise (voir figure 60). Celles-ci doivent impérativement être en acier. La qualité S235JR (= St37-2) est suffisante. Eviter plus de quatre cales à un même point de fixation.

Figure 60: Cales entre les équerres de fixation ESC-028



Utiliser au maximum 4 douilles entretoises entre les équerres de fixation pour compenser la différence de distance.
Un jeu de 1mm maxi est autorisé.

Avoir recours à des boulons d'une longueur comprise entre 100 et 120mm environ s'il y a un risque qu'ils se desserrent.
Le risque de desserrage s'en trouve atténué du fait que la ductilité élastique (valeur absolue) de boulons suffisamment longs est plus élevée. Ajouter des douilles entretoises en cas de boulons longs installées conjointement à des équerres de fixation ordinaires (cf. fig. 62).

La fixation selon figure 63 est recommandée pour les carrosseries rigides. Ce type de fixation autorise un soulèvement limité et contrôlé de la carrosserie en cas de déformations extrêmes du cadre.

Boulons recommandés:

- pour L2000: M12 x 1,5
- pour tous les autres véhicules : M14 x 1,5.

Assemblages boulonnés voir également le Chapitre « Modification du châssis », paragraphe « Perçages, rivets et boulons dans le cadre ». La matière des écrous doit être conforme à celle des boulons. Les écrous doivent être bloqués. Interdiction d'utiliser plus d'une fois les écrous autobloquants.

Figure 61: Equerres de fixation pour boulons longs ESC-018

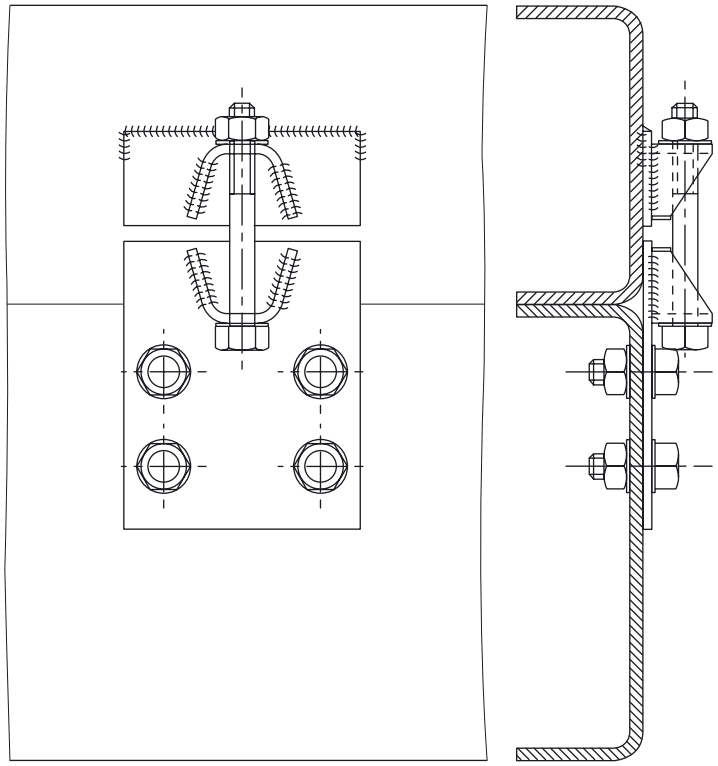


Figure 62: Douilles entretoises pour boulons longs ESC-035

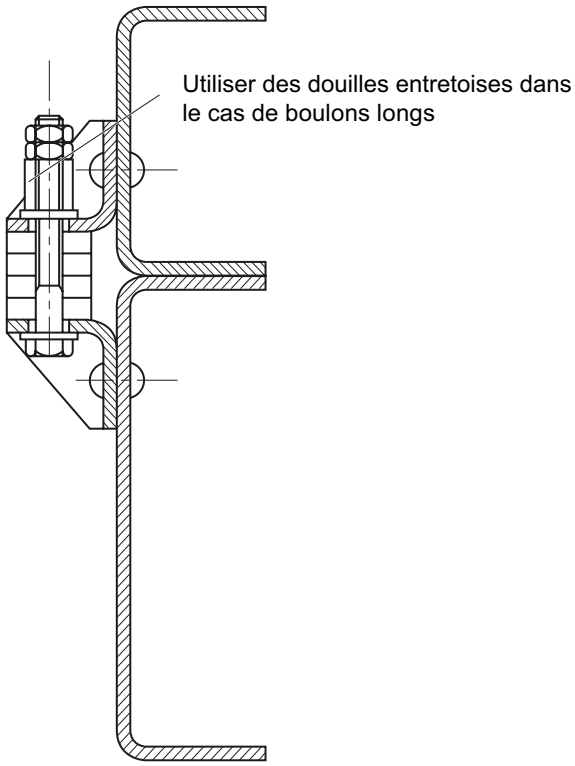


Figure 63: Boulons longs et rondelles élastiques ESC-101

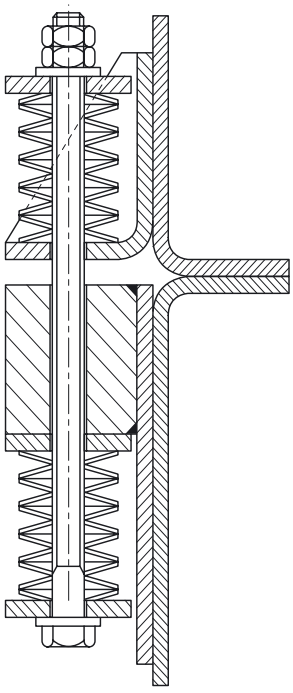


Figure 64: Fixation du faux-châssis avec des brides ESC-010

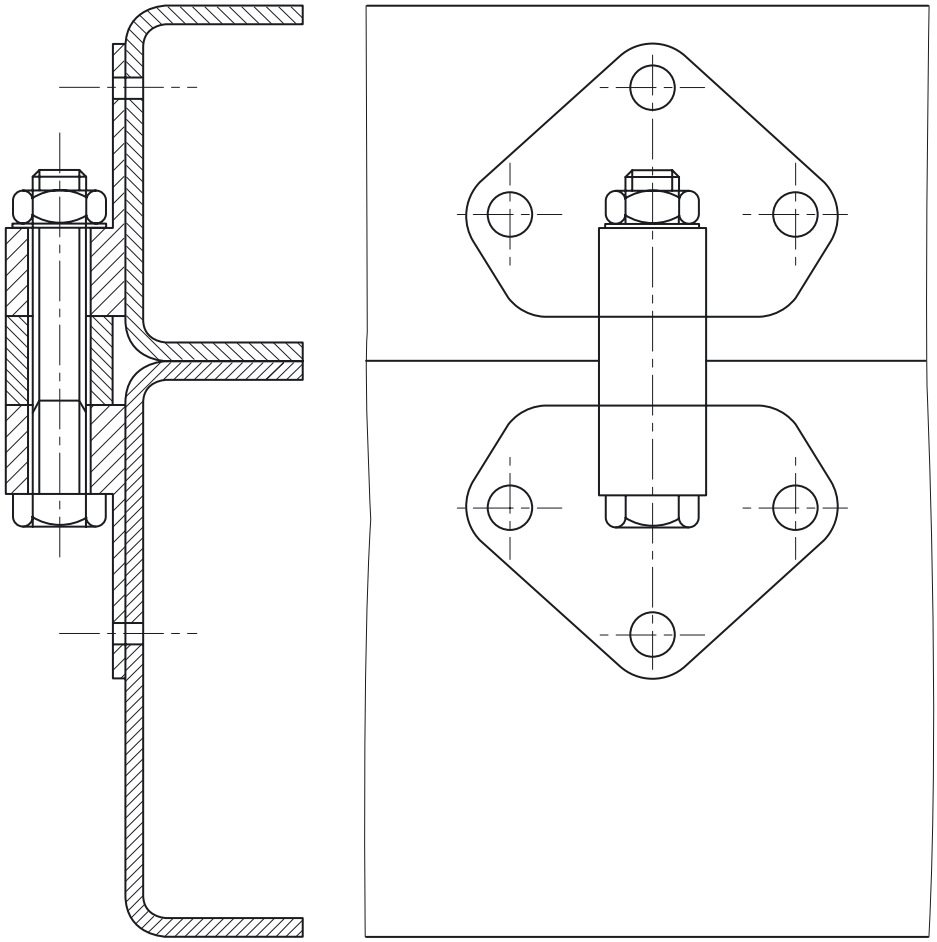


Figure 65: Fixation avec des brides ESC-123

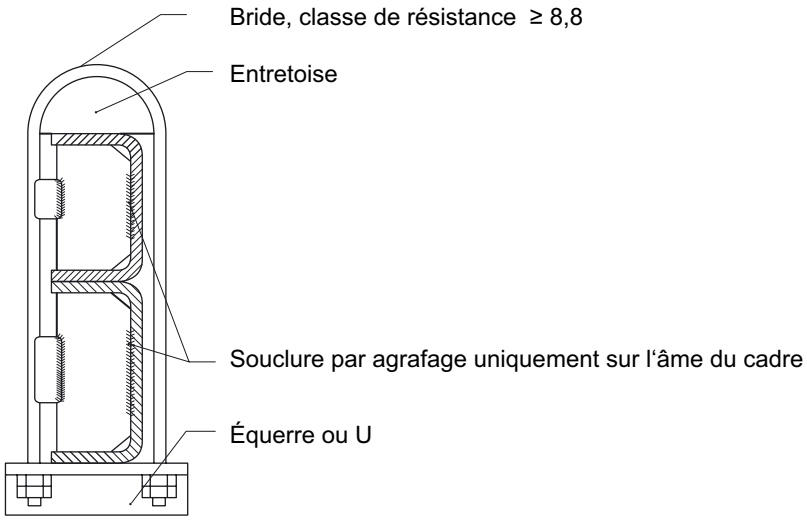


Figure 66: Fixation double ESC-027

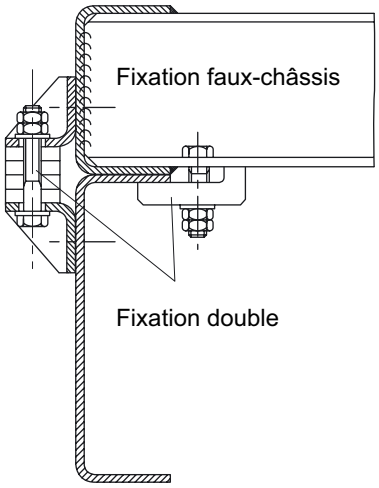
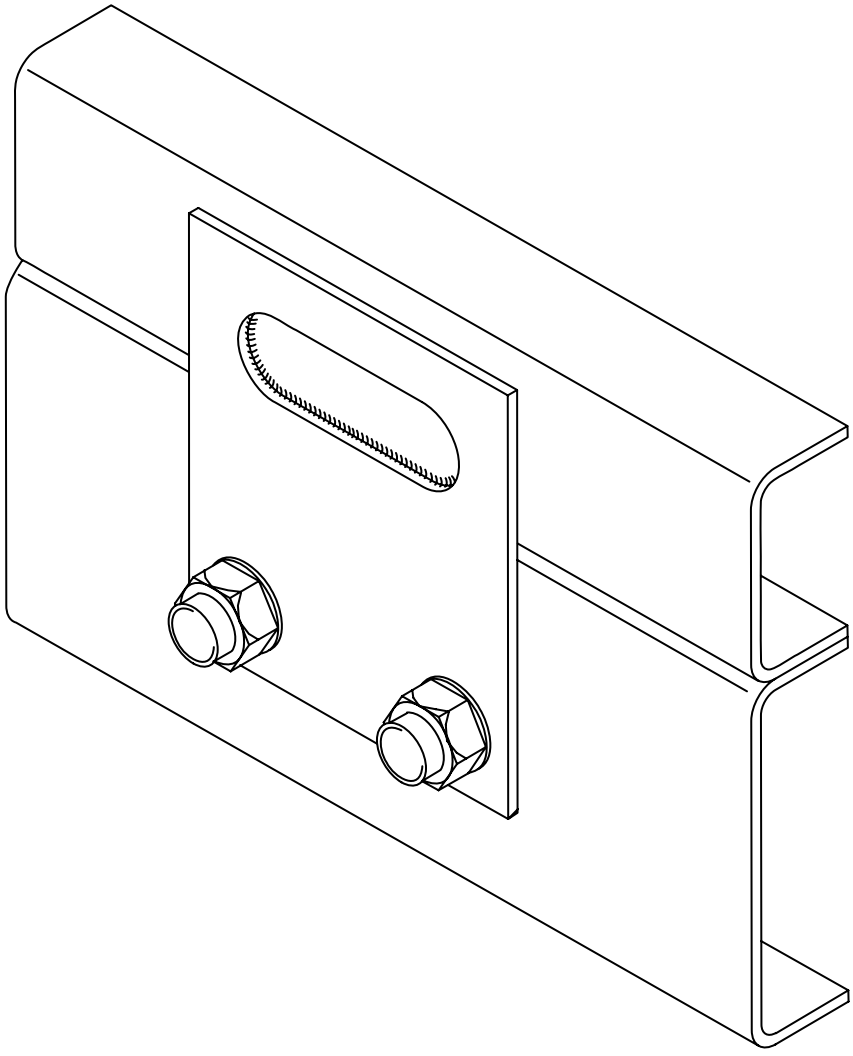


Figure 67: Fixation faux-châssis par soudage en bouchon ESC-025



5.2.2.3 Assemblage à introduction de poussée rigide

Le mouvement relatif entre le cadre et le faux-châssis n'est plus possible lorsqu'il s'agit de liaisons rigides.
Le faux-châssis suit donc tous les mouvements du cadre. Des liaisons rigides doivent être utilisées lorsque les liaisons souples ne suffisent pas ou si une liaison souple entraîne des sections du faux-châssis trop importantes. Si cette liaison rigide est impeccable, les profilés du cadre et du faux-châssis au niveau de l'assemblage à introduction de poussée rigide sont considérés comme ne faisant qu'un lors du calcul.

Les équerres de fixation livrées départ usine ne sont pas des liaisons rigides à la poussée tout comme d'autres liaisons agissant par adhésion ou friction. Seuls les éléments de liaison mécanique sont rigides.
On entend par élément mécanique de liaison des rivets ou des boulons, toutefois seulement à condition que le jeu des perçages soit de ≤ 0,2 mm. Pour les liaisons à introduction de poussée rigide, prévoir dans tous les cas des boulons tige pleine de qualité 10.9 au minimum. Pour les assemblages à vis autorisés, voir aussi le chapitre 4 « Modification du châssis »', paragraphe « Perçages, rivets et assemblages par vis dans le cadre ».

Les parois percées ne doivent pas entrer en contact avec les filetages des boulons, voir figure 68. Des douilles entretoises comme celles des figures 68 à 70 peuvent être employées en raison de la faible longueur de blocage requise.

Figure 68: Contact du filetage des boulons et de la paroi percée ESC-029

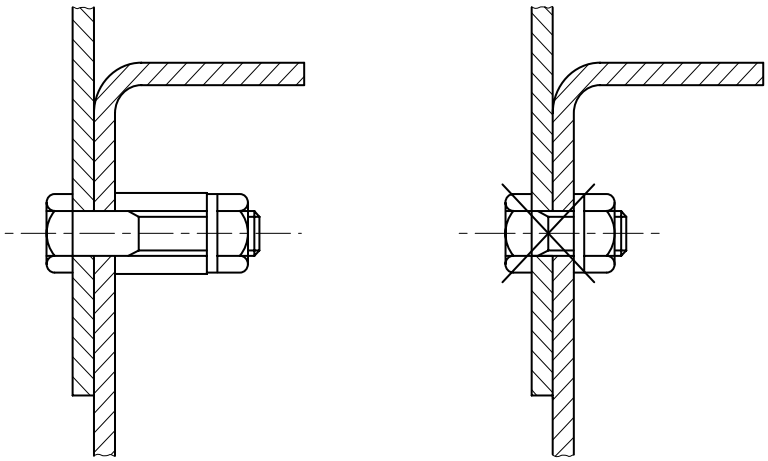


Figure 69: Montage d'une tôle de poussée avec des boulons ESC 037

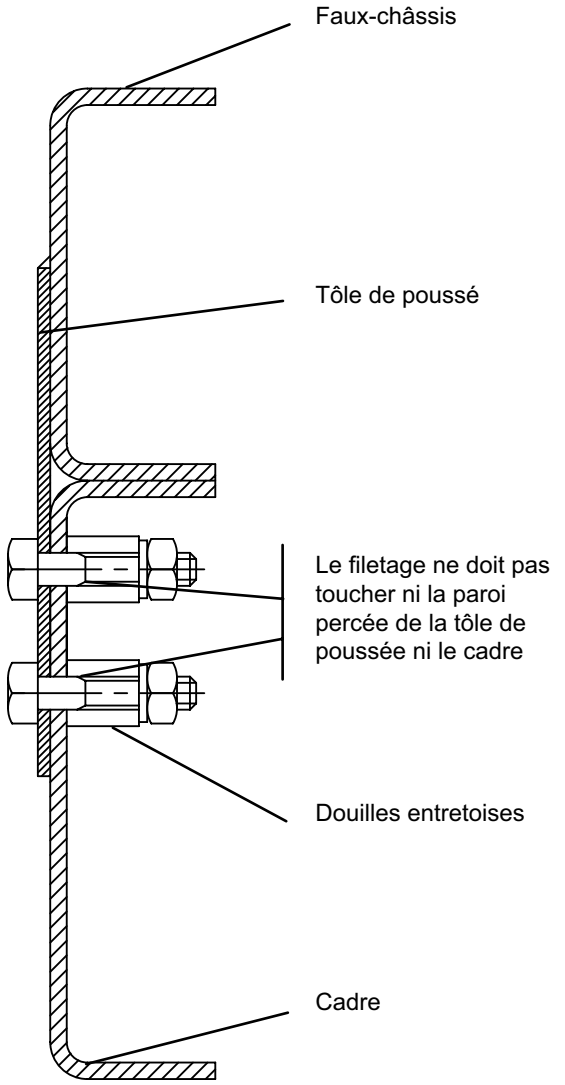
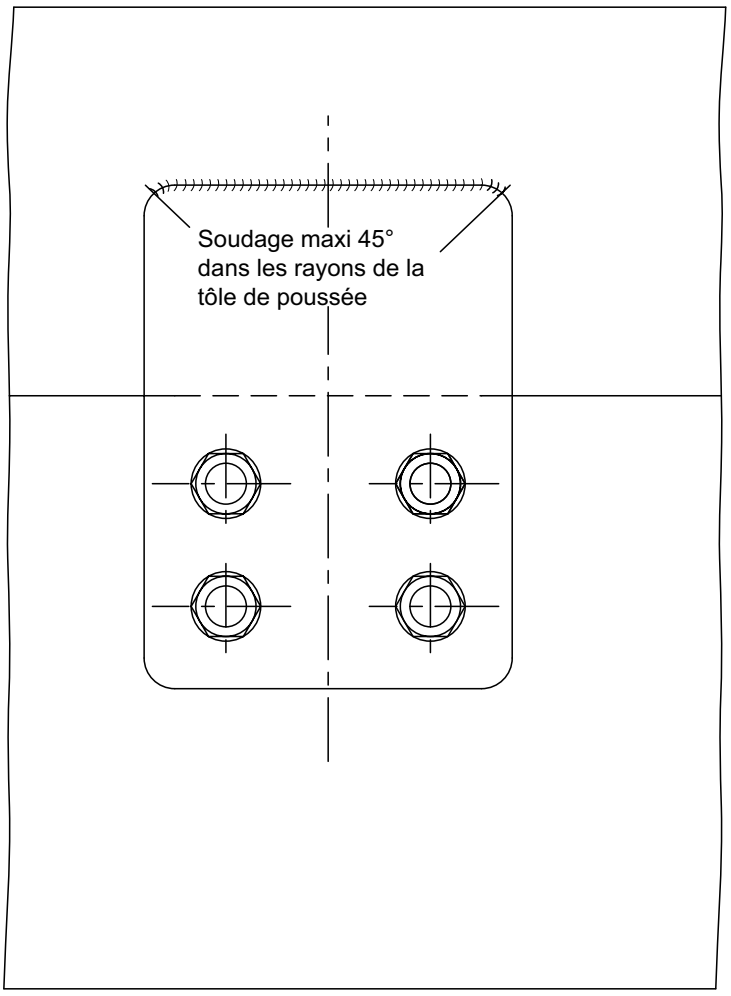

Faux-châssis
Tôle de poussé
Le filetage ne doit pas toucher ni la paroi percée de la tôle de poussée ni le cadre
Douilles entretoises
Cadre

Figure 70: Montage d'une longue tôle de poussée ESC-019



Prévoir le diamètre directement supérieur pour le filetage ordinaire si les perçages qui sont déjà dans le cadre sont utilisés pour l'assemblage à introduction de poussée rigide et si le diamètre existant déjà n'est pas compatible avec le diamètre des boulons en raison de la tolérance exigée de ≤ 0,2mm.

Exemple:

S'il y a un trou Ø 15 l'aléser à Ø 16 + 0,2 et choisir un filetage de boulons M16 x 1,5.

D'un même côté du cadre les tôles de poussée peuvent être d'une seule pièce mais différentes tôles de poussée sont préférables. L'épaisseur des tôles de poussée doit être conforme à l'épaisseur de l'âme du cadre avec une tolérance de +1 mm. N'installer les tôles de poussée que là où elles sont absolument indispensables afin de réduire le moins possible l'aptitude à la déformation du cadre.

Le début, l'extrémité ainsi que la longueur requise pour un assemblage à introduction de poussée rigide doivent être calculés. La fixation doit être prévue conformément aux calculs. D'autres modes de fixation peuvent également être choisis pour les points de fixation qui arrivent en dehors de la zone rigide définie (voir paragraphe 5.2.2.2 « Assemblage à introduction de poussée souple »).

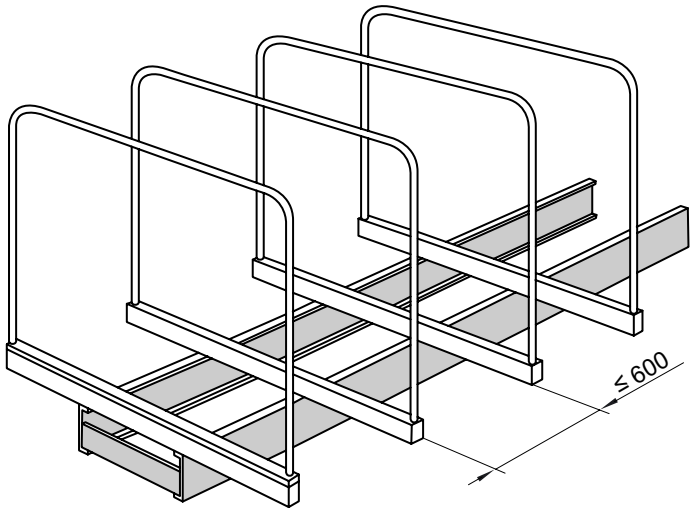
5.2.2.4 Carrosseries autoportantes sans faux-châssis

Un faux-châssis n'est pas nécessaire s'il y a:

- un couple de résistance suffisant (influence la contrainte de flexion)
- un couple surfacique d'inertie suffisant (influence la flexion).

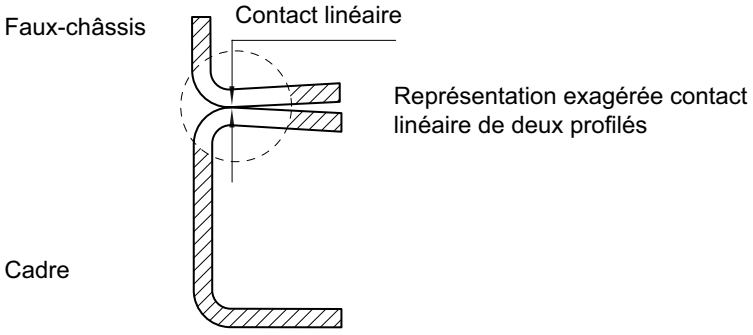
Si la carrosserie est autoporteuse et quand il n'y a pas de charges ponctuelles et de charges à l'arrière (p. ex. hayons élévateurs, charges d'appuis) il est alors éventuellement possible de renoncer à un faux-châssis à condition que les distances entre les traverses de la carrosserie ne dépassent pas 600mm (voir figure 71). La cote de 600mm peut être dépassée seulement au niveau des essieux AR.

Figure 71: Distance entre les traverses en cas de suppression du faux-châssis ESC-001



En cas de construction sans faux-châssis, il faut garantir aussi bien l'accessibilité aux tubulures de remplissage pour le carburant et le cas échéant la solution aqueuse d'urée (AdBlue®) que l'accessibilité à tous les autres éléments rapportés du cadre (p. ex. treuil de roue de secours, caisson de batterie).
Les surfaces d'appui côté cadre doivent avoir les longueurs minimales calculées sur la base de la «pression superficielle selon Hertz». Il faut alors partir du «contact entre les lignes de deux cylindres» non pas du «contact entre les lignes d'un cylindre sur un plan».
La figure 72 représente une déformation intentionnellement exagérée de deux profilés U superposés.
Un exemple de calcul se trouve dans le chapitre 9 «Calculs».

Figure 72: Déformation de deux profilés en U ESC-120



Des valeurs de résistance suffisantes ne suffisent pas pour garantir un fonctionnement impeccable (p. ex. autre comportement à l'allongement en cas de carrosseries en alliage d'aluminium).

Des problèmes provoqués par des vibrations ne peuvent être exclus dans le cas de carrosseries sans faux-châssis. MAN ne fait pas de déclaration en ce qui concerne les vibrations des véhicules dotés de carrosseries sans faux-châssis étant donné que la caractéristique vibratoire dépend de la carrosserie et de sa liaison avec le véhicule. Si des vibrations inacceptables se produisent, il faut en supprimer la cause, le montage ultérieur d'un faux-châssis pouvant toutefois s'avérer indispensable.

5.3 Carrosseries spéciales

5.3.1 Contrôle des carrosseries

MAN, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur » peut procéder à des calculs de contrôle de la résistance et de la rigidité à la flexion dans le cadre d'une vérification générale des carrosseries lorsqu'il s'agit de modèles spéciaux à condition toutefois que les données requises soient intégralement fournies.

Une documentation contrôlable et en deux exemplaires de la carrosserie est nécessaire pour le calcul.
Outre le plan de la carrosserie, cette documentation doit comporter les indications suivantes:

- charges et leurs points d'attaque:
  - forces
  - cotes
  - calcul de la charge sur les essieux
- conditions d'utilisation:
  - route
  - tout-terrain, etc. .
  - produits transportés
- faux-châssis:
  - matériaux, matières et sections
  - cotes
  - type de profilé
  - qualité
  - disposition des traverses dans le faux-châssis
  - particularités de la configuration du faux-châssis
  - modifications des sections
  - renforts complémentaires
  - coudages, etc.
- moyens d'assemblage:
  - positionnement
  - type
  - taille
  - nombre.

5.3.2 Carrosserie à sellette

La carrosserie à sellette comparable à une sellette d'attelage a toujours besoin d'un faux-châssis. Il faut tout spécialement veiller à ce que la liaison entre le faux-châssis et le cadre du châssis soit impeccable.

Un positionnement du point de rotation pour la carrosserie à sellette derrière le centre théorique du/des essieux AR doit être vérifié quant à la répartition de la charge sur les essieux et au comportement dynamique. Le service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »)donne des renseignements.

Littérature:

- Directives pour le contrôle des grumiers § 43 StVZO
- Directives des Caisses de prévoyance pour les grumiers (ZH 1/588).

5.3.3 Carrosseries des types citerne et réservoir

5.3.3.1 Généralités

Selon le produit transporté les véhicules doivent être équipés par les instances compétentes conformément aux règlements, directives et prescriptions du pays concerné. En Allemagne s'adresser à DEKRA, TÜV pour obtenir des renseignements sur le transport des produits dangereux (selon GGVS).

5.3.3.2 Fixation des carrosseries, suspension

Les carrosseries des types citerne et réservoir ont besoin d'un faux-châssis d'une seule pièce, avec une limite d'élasticité $\sigma_{0,2} \geq 350$ N/mm² (p. ex. S355J2G3 = St52-3, voir également le tableau 31 : Limite d'élasticité des matériaux des faux-châssis). Les conditions devant être remplies pour être en conformité avec les dérogations autorisées sont décrites dans la paragraphe suivant « Carrosseries sans faux-châssis pour citernes et réservoirs ».

La liaison entre la carrosserie et le châssis doit avoir une configuration telle, à l'avant, que l'aptitude à la déformation du cadre ne s'en trouve pas exagérément entravée.

Ceci peut être obtenu au moyen d'une suspension avant aussi peu rigide que possible, p. ex.

- une suspension pendulaire (figure 73)
- une suspension élastique (figure 74).

Figure 73: Palier avant pour suspension pendulaire ESC-103

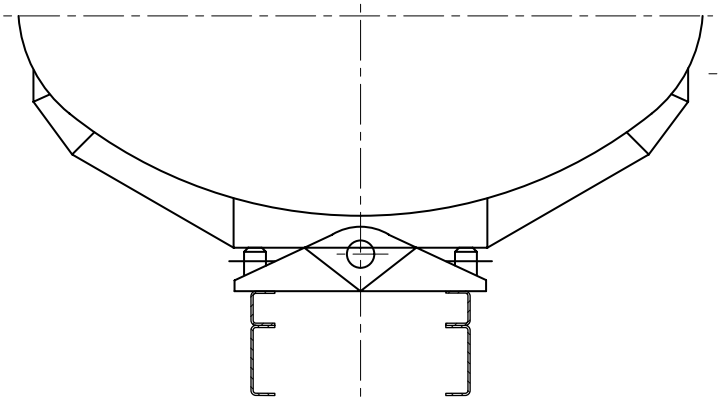
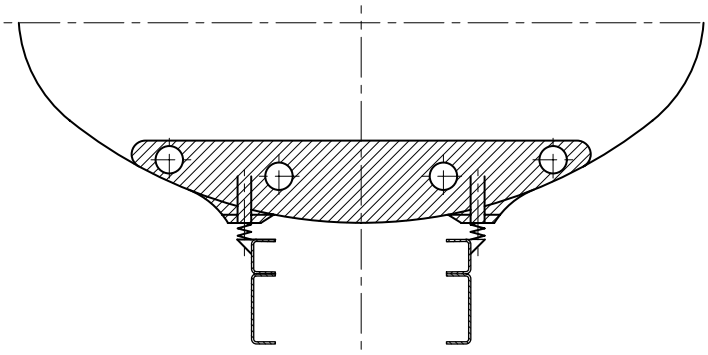
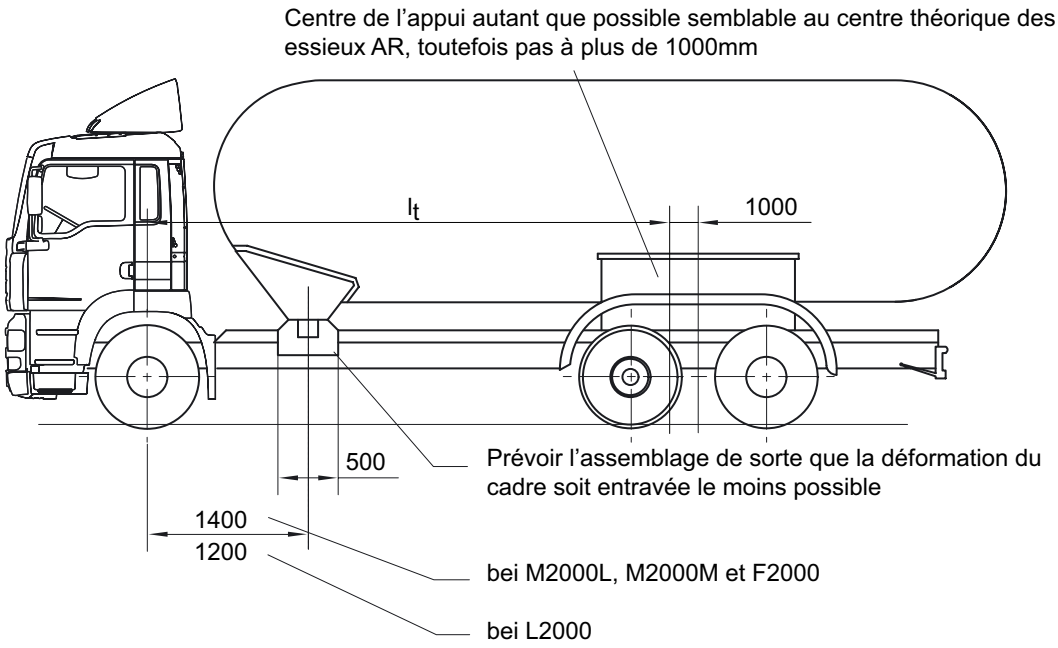


Figure 74: Palier avant pour suspension élastique ESC-104



Le point avant de la suspension doit être situé le plus près du centre de l'essieu AV (voir figure 75). Prévoir pour la carrosserie un appui arrière rigide dans le sens transversal au niveau du centre théorique des essieux AR. Veiller aussi à ce que la liaison avec le cadre ait une surface suffisamment dimensionnée. La distance entre le milieu théorique des essieux AR et le milieu de l'appui doit être de ≤ 1000mm (voir figure 75). Pour le centre théorique des essieux, se reporter au chapitre « Généralités ».

Figure 75: Disposition pour la suspension de la citerne et du réservoir ESC-004


Centre de l'appui autant que possible semblable au centre théorique des essieux AR, toutefois pas à plus de 1000mm
l_t
1000
500
Prévoir l'assemblage de sorte que la déformation du cadre soit entravée le moins possible
1400
1200
bei M2000L, M2000M et F2000
bei L2000

Après le montage de la carrosserie, contrôler impérativement si des vibrations ou d'autres phénomènes négatifs se manifestent en roulant. Les vibrations peuvent être influencées grâce à une conception adéquate du faux-châssis ou une disposition correcte de la suspension de la citerne.

5.3.3.3 Carrosseries sans faux-châssis pour citernes et réservoirs

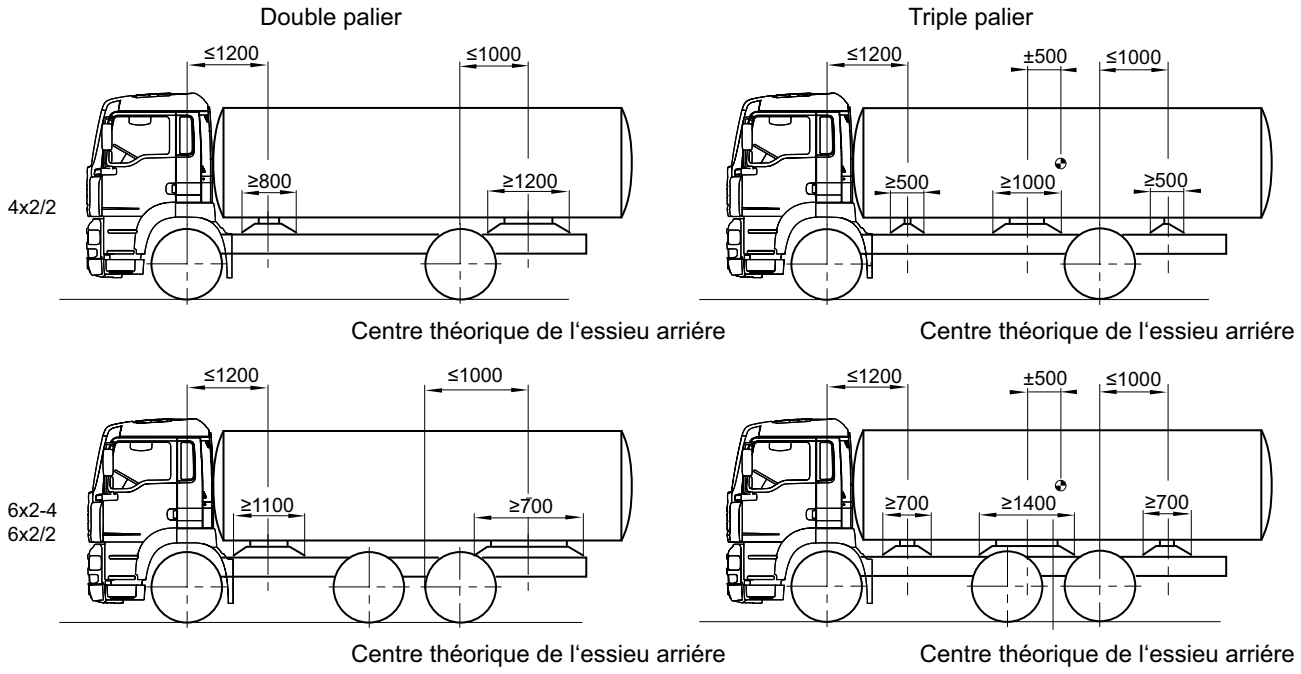
Des carrosseries sans faux-châssis pour citernes et réservoirs sont autorisées lorsqu'il y a deux et trois paliers de citerne de chaque côté du cadre si les conditions suivantes sont respectées.

Les appuis doivent être placés à des distances bien données comme indiqué. En cas de dépassement de la résistance autorisée, la flexion du cadre peut devenir excessive et il faut alors un faux-châssis d'un seul tenant (voir ci-dessus).

Tableau 33: Châssis sans faux-châssis pour carrosserie type citerne avec suspension double et triple

Série	Type	Formule roues	Suspension	Empattement [mm]
M2000L	L74	4x2/2	Lame-lame	3.575 … 4.250
	L76		Lame-pneumatique	„
	L79		Pneumatique intégrale	„
	L81		Lame-lame	„
	L84		Lame-pneumatique	„
	L86		Pneumatique intégrale	„
	L87		Lame-lame	„
	L88		Lame-pneumatique	„
	L89		Pneumatique intégrale	„
M2000M	M38	4x2/2	Lame-lame	„
	M39		Lame-pneumatique	„
	M40		Pneumatique intégrale	„
F2000	T31	4x2/2	Lame-lame	3.800 … 4.500
	T32		Lame-pneumatique	„
	T33		Pneumatique intégrale	„
	T36	6x2/2	Lame-pneumatique	4.100 … 4.600 … 1.350
	T37	6x2-4	Pneumatique intégrale	„

Figure 76: Critères exigés des paliers de citerne en cas de construction sans faux-châssis ESC-311



5.3.4 Benne basculante

Les bennes basculantes exigent des châssis spécialement conçus pour leur utilisation. Tous les châssis requis se trouvent dans la gamme MAN. On les reconnaît à la lettre „**K**“ dans la dénomination des types, p. ex. 19.364 FL**K**. Des mesures complémentaires ne sont pas nécessaires pour les châssis de bennes départ usine tant que les points suivants ont été respectés:

- poids total autorisé
- charges autorisées sur les essieux
- longueur de série de la benne basculante
- porte-à-faux de série du cadre
- porte-à-faux de série du véhicule
- angle maxi de basculement 50° en arrière ou latéralement.

Si des bennes basculantes sont installées sur des châssis ordinaires ceux-ci doivent alors être équipés avec les composants d'une benne MAN comparables. Les ressorts à lames de tracteurs de semi-remorque ne conviennent pas p. ex. pour les bennes. Une barre de stabilisation est alors absolument impérative au niveau de l'essieu arrière si les longueurs de série des bennes basculantes des châssis comparables de bennes MAN sont dépassées.

Toutes les carrosseries des bennes ont besoin d'un faux-châssis d'un seul tenant en acier et avec une limite d'élasticité $\sigma_{0.2} \geq 350$ N/mm2 (p. ex. S355J2G3 = St52-3), données techniques des aciers dans la construction automobile, voir le tableau 31: « Limites d'élasticité des matériaux des faux-châssis »“ dans ce chapitre.

En cas de véhicules avec suspension pneumatique, il faut veiller pour améliorer la stabilité à ce que la suspension soit abaissée lors du processus de basculement (5-10mm au-dessus de la butée du tampon d'amortissement). Il est possible de commander départ usine un dispositif automatique d'abaissement qui intervient dès l'enclenchement de la prise de mouvement. La régulation par la télécommande ECAS permet, comme avant, d'ajuster l'assiette du véhicule.

ATTENTION:
Les châssis à suspension pneumatique de la série L2000 ne sont pas homologués pour des carrosseries de bennes (affectation des types voir le chapitre « Généralités »).
La liaison entre le cadre principal et le faux-châssis relève de la responsabilité du carrossier. Les vérins et les paliers de la benne doivent être intégrés au faux-châssis étant donné que le cadre du véhicule n'est pas prévu pour reprendre des charges ponctuelles. Les charges ponctuelles engendrées lors du basculement au niveau du vérin doivent être prises en compte lors de la conception du faux-châssis.

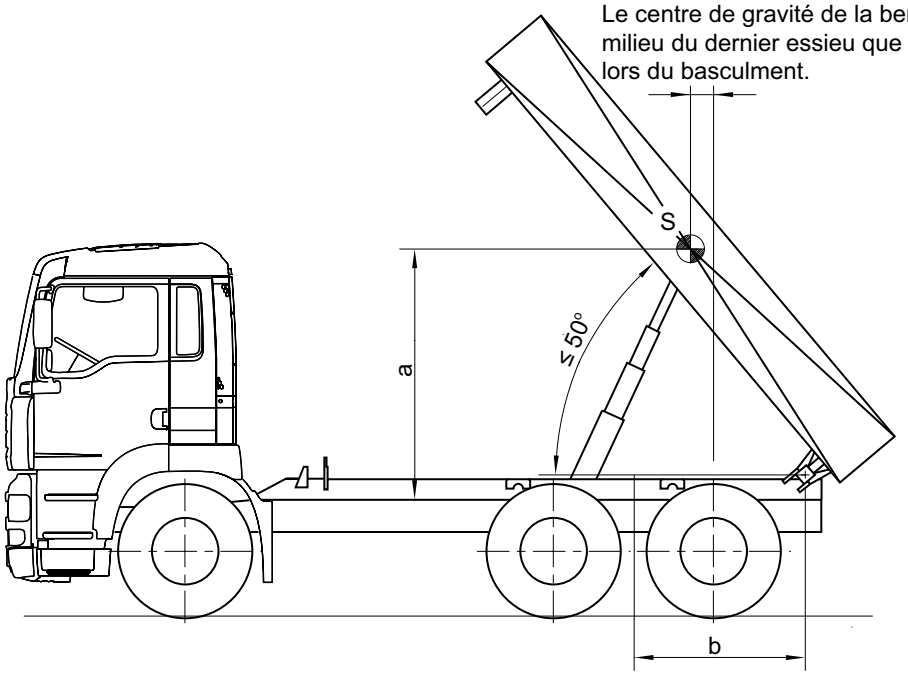
Les données de base suivantes doivent être observées:

- angle de basculement vers l'arrière et latéralement ≤ 50°
- le centre de gravité de la benne basculante avec la charge utile ne peut être derrière le centre du dernier essieu en cas de basculement en arrière que si la stabilité du véhicule est garantie.
- positionner les paliers AR de basculement le plus près possible du centre théorique du/des essieux AR. La hauteur du centre de gravité de la benne basculante avec la charge utile (niveau à bulle d'air) ne doit pas dépasser la cote „a“ lors du basculement (voir le tableau 34 et la figure 77).
- les paliers AR de basculement ne doivent pas dépasser la cote d'écartement „b“ (voir le tableau 34 et la figure 77), c'est-à-dire entre le centre des paliers de basculement et le centre théorique du / des essieux AR (centre théorique du/des essieux AR voir le chapitre « Généralités »).

Tableau 34: Benne: cotes maximales de la hauteur de centre de gravité et de la distance des paliers de basculement

Véhicule	Cote „a“ [mm]	Cote „b“ [mm]
L2000	≤ 1.600	≤ 1.000
Deux-essieux M2000L, M2000M, F2000, E2000	≤ 1.800	≤ 1.100
Trois-essieux F2000, E2000, 6x2, 6x4, 6x6	≤ 2.000	≤ 1.250
Quatre-essieux F2000, E2000, 8x4, 8x6, 8x8	≤ 2.000	≤ 1.250

Figure 77: Benne: cotes maximales de la hauteur de centre de gravité et de la distance des paliers de basculement ESC-105



Le centre de gravité de la benne basculante ne peut être derriére le milieu du dernier essieu que si le véhicule est suffisamment stable lors du basculment.

La longueur de la benne basculante est limitée dans le cas des bennes triverses et bennes AR en raison des conditions indiquées. Des bennes biverses peuvent être conçues à peu près comme les plateaux de chargement pour ce qui est de la longueur tant que la stabilité est assurée.

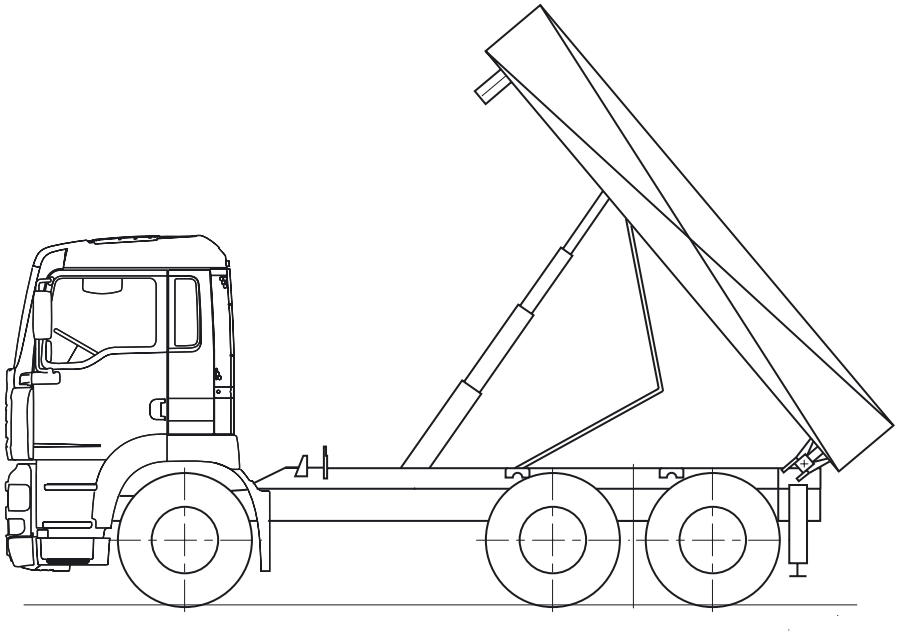
Pour des raisons de sécurité, de conditions d'utilisation ou en cas de dépassement des valeurs indiquées ci-dessus, des mesures supplémentaires peuvent être nécessaires, p. ex. l'utilisation de béquilles hydrauliques pour améliorer la stabilité ou le déplacement de certains organes. Il est toutefois supposé que le carrossier reconnaît de lui-même la nécessité de telles mesures et les prenne lui-même étant donné qu'elles dépendent essentiellement de la conception de son produit.

Pour une meilleure sécurité de stabilité et de fonctionnement, un «ciseau» selon la figure 78 doit éventuellement être prévu et/ou une béquille à l'extrémité du cadre pour les bennes AR afin d'améliorer la stabilité du pont basculant.

Littérature:

Pour les bennes basculantes § 22 et § 23 de la Directive de prévention des accidents „Véhicules“ (VBG12).

Figure 78: Benne arrière avec ciseau et béquille ESC-106



5.3.5 Multibennes, bennes de dépose et bennes amovibles sur galets

Des moyens spéciaux d'assemblage avec le cadre principal doivent être prévus dans ce secteur des carrosseries étant donné que les faux-châssis ne peuvent fréquemment pas suivre le contour du cadre principal pour des raisons de configuration.
Le dimensionnement suffisant et le positionnement de ces éléments de fixation relèvent de la responsabilité du carrossier.
On trouvera dans les directives des carrosseries publiées par les fabricants des moyens de fixation appropriés ainsi qu'une description de leur exécution et la façon adéquate de les installer. Les équerres de série pour les châssis MAN ne conviennent pas pour le montage de ces carrosseries. En raison de la faible garde au sol, contrôler avec le plus grand soin la liberté de mouvement de toutes les pièces mobiles au niveau du châssis (p. ex. cylindre de frein, commande de boîte de vitesses, pièces de guidage des essieux, etc.) et de la carrosserie (p. ex. vérins hydrauliques, conduites, cadres basculants, etc.). Prévoir s'il le faut un cadre intermédiaire, une limitation de la course des ressorts, une restriction du mouvement pendulaire au niveau de l'essieu tandem ou des mesures similaires. Lorsqu'il s'agit de véhicules à suspension pneumatique, il faut veiller en vue d'une meilleure stabilité à ce que lors du basculement, du roulage, du levage ou de la dépose, la suspension pneumatique soit abaissée (5-10mm au-dessus de la butée du tampon d'amortissement, voir le paragraphe 5.3.4). Un dispositif automatique d'abaissement lors de l'enclenchement de la prise de mouvement peut être commandé départ usine. La régulation par la télécommande ECAS permet alors et comme avant de régler l'assiette du véhicule (p. ex. pour pousser des conteneurs sur la remorque).

Des béquilles sont nécessaires à l'extrémité du véhicule pour le chargement et le déchargement si:

- la charge sur l'essieu arrière dépasse de deux fois la charge techniquement autorisée sur les essieux AR; tenir compte aussi de la portance des pneus et des jantes.
- l'essieu AV ne touche plus le sol. Un décollement est toujours interdit pour des raisons de sécurité !
- la stabilité du véhicule n'est pas garantie. Ce qui peut être dû à un centre de gravité trop haut, à une inclinaison latérale exagérée à cause d'une compression unilatérale des ressorts, à un enfoncement unilatéral dans un sol meuble, etc.

Un soutien à l'arrière en bloquant les ressorts du véhicule n'est autorisé que si MAN, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur ») a donné son accord aussi bien pour le montage que pour la pénétration de la force (pour les documents à fournir pour le contrôle de la carrosseie voir le chapitre « Généralités », paragraphes « Autorisation » et « Présentation des documents »).

Il appartient au carrossier de prouver la stabilité requise.

5.3.6 Plateaux-ridelles et fourgons

Un faux-châssis est généralement nécessaire pour répartir uniformément la charge. Les véhicules du tableau 32 (voir le paragraphe « Configuration des faux-châssis » plus en avant dans ce chapitre) ont besoin d'un faux-châssis d'un seul tenant.

Les exceptions dépendent de:

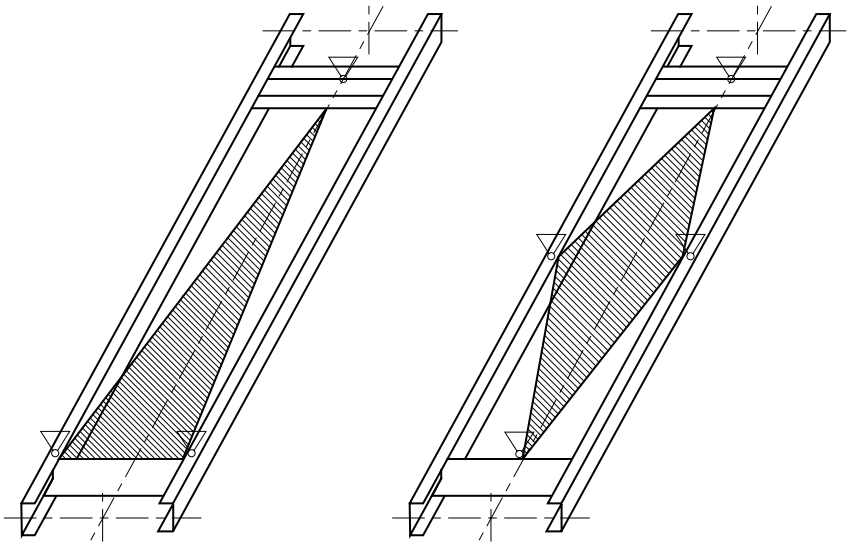
- la longueur des appuis (p. ex. carrosseries pour citernes voir le paragraphe « Carrosseries sans faux-châssis pour citernes et réservoirs »)
- la distance entre les traverses (voir le paragraphe « Carrosseries autoportantes sans faux-châssis »).

Des charges ponctuelles et à l'arrière (p. ex. hayons élévateurs) ne doivent pas se produire dans le cas des carrosseries sans faux-châssis.

Des carrosseries fermées du genre fourgon p. ex. sont rigides à la torsion par rapport au cadre du châssis. Afin que le cadre puisse se déformer comme voulu (dans les virages p. ex.) et que la carrosserie ne l'en empêche pas, celle-ci doit comporter une fixation souple à son extrémité avant mais rigide à l'arrière. Ce principe devant être tout spécialement respecté si le véhicule doit devenir un engin tout-terrain.

Nous recommandons alors une fixation avant de la carrosserie avec des rondelles élastiques (p. ex. voir la figure 63 de ce chapitre), une suspension en trois points ou en losange (principe du logement voir figure 79).

Figure 79: Possibilité de suspension pour les carrosseries rigides à la déformation par rapport au châssis non rigide à la torsion avec suspension en trois points ou en losange ESC-158



5.3.7 Conteneurs amovibles

5.3.7.1 Cadre-support pour carrosserie amovible départ usine

La gamme MAN comprend des véhicules à suspension pneumatique intégrale prévus de série pour des conteneurs amovibles conformes aux directives de la BDF, en Allemagne. Les cotes de raccordement et les dispositifs de centrage répondent aux exigences de DIN En 284. Les conteneurs et ponts amovibles, qui correspondent aux „Directives pour la conception de conteneurs amovibles pour camions dans le transport longue distance de marchandises“, peuvent être montés sans problèmes sur les véhicules. L‘emploi sans restriction des supports montés de série n‘est toutefois pas possible si d‘autres carrosseries que celles conformes aux directives BDF sont utilisées.

Des points d‘appui décalés ou d‘autres dimensions ne sont autorisés que si MAN, service ESC (voir l’adresse en haut sous « Editeur » a donné son accord.

Ne pas retirer l‘appui central qui doit impérativement être utilisé ! Prévoir un faux-châssis suffisamment dimensionné si cela n‘est pas possible pour des raisons de conception.

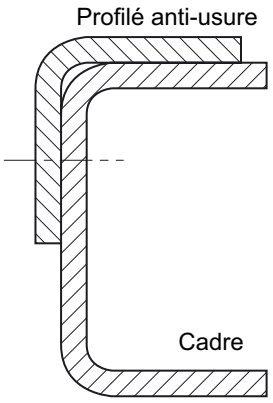
Les dispositifs d‘ancrage des conteneurs amovibles ne peuvent pas reprendre les forces engendrées par des machines et des charges ponctuelles. Il faut donc avoir recours à d‘autres fixations et supports p. ex. pour carrosseries des malaxeurs à béton, bennes, faux-châssis pour sellettes, etc. Le carrossier doit prouver que ses équipements conviennent.

5.3.7.2 Autres dispositifs amovibles

Les conteneurs amovibles doivent reposer sur toute la longueur du dessus du cadre. Il est possible de renoncer à un faux-châssis si les exigences précisées au paragraphe « Carrosseries autoportantes sans faux-châssis » sont respectées. Les longerons du cadre doivent toujours être protégés de l’usure provoquée p. ex. par les remplacements. La protection recherchée peut être obtenue en installant un profilé anti-usure. La figure 80 montre une possibilité au moyen d’un profilé L.

Le profilé anti-usure ne peut assurer la fonction d’un faux-châssis que si son aptitude est démontrée mathématiquement. Il est permis d’utiliser des matériaux caractérisés par une limite d’élasticité $\sigma_{0,2} \geq 350$ N/mm² p. ex. S235JR (= St37-2) pour le profilé anti-usure mais pas pour le faux-châssis.

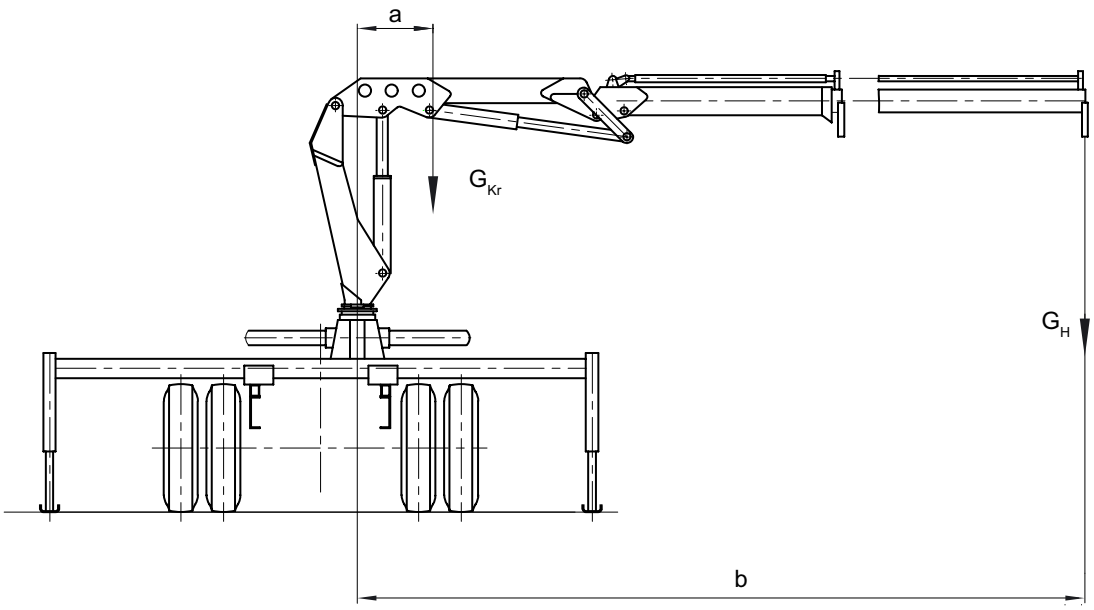
Figure 80: Profilé anti-usure d’un conteneur amovible ESC-121



5.3.8 Grue de chargement

Le poids mort et le couple total d'une grue de chargement doivent être déterminés en fonction du châssis devant être mis en œuvre. Le calcul doit être basé sur le couple total maximale et pas sur le couple de levage. Le couple maximale résulte du poids mort et de la force de levage de la grue lorsque sa flèche est tendue. Le couple total d'une grue de chargement M_{Kr} est calculé comme suit:

Figure 81: Couples au niveau de la grue de chargement ESC-040



Formule 23: Couple total au niveau d'une grue de chargement

$$M_{Kr} = \frac{g \cdot s \cdot (G_{Kr} \cdot a + G_H \cdot b)}{1000}$$

Signification:

a	=	Cote entre le centre de gravité de la grue et le milieu de la colonne de la grue en [m], flèche tendue et sortie au maximum
b	=	Cote entre la charge maximale de levée et le centre de la colonne de la grue en [m], flèche tendue et sortie au maximum
G_H	=	Charge levée par la grue en [kg]
G_{Kr}	=	Poids de la grue en [kg]
M_{Kr}	=	Couple total en [kNm]
s	=	Facteur de choc d'après indication du fabricant de la grue (en fonction de la commande de celle-ci), toujours ≥ 1
g	=	Accélération due à la gravité 9,81 [m/s²]

Le nombre de béquilles (deux ou quatre) ainsi que leur position et la distance d'appui doivent être déterminés par le fabricant de la grue en se basant sur le calcul de stabilité et les contraintes exercées sur le véhicule. Pour des raisons de sécurité, MAN peut exiger quatre béquilles. Les béquilles doivent toujours être sorties de manière à toucher le sol lorsque la grue fonctionne. Elles doivent être réglées en conséquence aussi bien pour le chargement que le déchargement.
La compensation hydraulique entre les béquilles doit être bloquée. Le fabricant de la grue doit en outre préciser le lest éventuellement nécessaire pour des raisons de stabilité.

Le nombre de béquilles (deux ou quatre) ainsi que leur position et la distance d'appui doivent être déterminés par le fabricant de la grue en se basant sur le calcul de stabilité et les contraintes exercées sur le véhicule. Pour des raisons de sécurité, MAN peut exiger quatre béquilles. Les béquilles doivent toujours être sorties de manière à toucher le sol lorsque la grue fonctionne. Elles doivent être réglées en conséquence aussi bien pour le chargement que le déchargement. La compensation hydraulique entre les béquilles doit être bloquée. Le fabricant de la grue doit en outre préciser le lest éventuellement nécessaire pour des raisons de stabilité.
En cas de véhicules à suspension pneumatique, s'assurer que ceux-ci ne peuvent pas être levés au-dessus du niveau normal de translation. Le véhicule doit être abaissé (5 à 10mm au-dessus de la butée du tampon d'amortissement) avant de sortir les béquilles. Un dispositif d'abaissement automatique intervenant dès l'enclenchement de la prise de mouvement peut être commandé départ usine.
La rigidité à la torsion de tout l'assemblage et du cadre fait partie des facteurs responsables de la stabilité.
Noter qu'une rigidité à la torsion trop élevée de l'assemblage du cadre réduit obligatoirement le confort de marche et l'aptitude au tout-terrain des véhicules. Il appartient au carrossier ou au fabricant de la grue de faire en sorte que celle-ci et le faux-châssis soient suffisamment bien fixés. Des forces induites en cours d'opération y compris les coefficients de sécurité doivent être absorbés à coup sûr. Les équerres livrées départ usine ne conviennent pas pour cela. Eviter une charge trop élevée sur le/les essieux.
Lorsque la grue fonctionne, la charge maxi autorisée sur le/les essieux ne doit pas dépasser le double de celle techniquement autorisée. Les facteurs de chocs des fabricants des grues doivent être pris en compte (voir la formule 23 « Couple total d'une grue de chargement »)! Les charges autorisées sur les essieux ne doivent pas être dépassées en roulant.
Un calcul de la charge sur les essieux en fonction de chaque commande est impérativement nécessaire. Pour un exemple de calcul de charge sur essieu, voir le chapitre 9 « Calculs ». Selon le châssis et l'équipement en option des charges supérieures techniquement admissibles peuvent être éventuellement autorisées après consultation du service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »).
Pour l'augmentation de la charge sur essieu, voir le chapitre « Généralités », paragraphe « Augmentation de la charge admissible sur essieu »).
Un montage asymétrique de la grue n'est pas autorisé si les charges sur les roues en résultant ne sont pas uniformes (différence autorisée entre les charges sur les roues ≤ 4 % voir le chapitre « Généralités », paragraphe « Chargement unilatéral »).
Le carrossier doit établir l'équilibre comme il convient.
Le périmètre de pivotement d'une grue de chargement doit être limité si les charges autorisées sur les essieux ou la stabilité l'exigent. Il appartient au fabricant de la grue de chargement de vérifier de quelle manière il faut procéder. (p. ex. en limitant la charge levée en fonction du périmètre de pivotement.
Veiller lors du montage et du fonctionnement de la grue de chargement à ce que toutes les pièces mobiles disposent de la liberté de mouvement requise. L'espace libre minimum prescrit doit être garanti pour les éléments de commande dans tous les cas. L'espace libre indispensable peut être obtenu s'il le faut en déplaçant adéquatement le réservoir de carburant, le caisson de la batterie, le réservoir d'air, etc. En cas de montage de réservoirs hydrauliques prévoir l'inclinaison suffisante entre ceux-ci et les organes devant être alimentés et éviter en prenant des mesures adéquates que le groupe hydraulique tourne à sec.
Contrairement à ce qui est le cas pour les autres carrosseries, il faut, lorsqu'il s'agit de carrosseries avec une grue, que la charge minimale sur le/les essieux AV atteigne quel que soit le chargement 35 % (L2000), 30 % (autres véhicules à deux essieux) et 25 % (véhicules à trois et quatre-essieux) du poids du véhicule afin que la directibilité de celui-ci ne soit en rien affectée.
Une définition exacte est donnée dans le chapitre « Généralités »“, paragraphe « Charge minimale sur l'essieu AV ».
Exception uniquement après concertation préalable avec MAN, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur ».
D'éventuelles charges d'appui sur le dispositif d'attelage doivent être prises en compte lors du calcul nécessaire de la charge sur le/les essieux.

La répartition du poids doit également être vérifiée lorsqu'il s'agit d'un véhicule avec un essieu traîné, celui-ci étant levé (voir également les chapitres « Généralités » et « Calculs »). Le dispositif de levage devra éventuellement être bloqué (voir également paragraphe « Grue de chargement à l'arrière »).

Selon la taille de la grue (poids et emplacement du centre de gravité) et la position de celle-ci (derrière la cabine ou à l'arrière) les véhicules devront être dotés de ressorts renforcés, d'une barre stabilisatrice renforcée ou d'amortisseurs renforcés, à condition bien entendu que ceux-ci puissent être livrés. Ces mesures réduisent l'inclinaison du châssis (p. ex. suite à une moindre compression des ressorts renforcés) et empêche ou diminue la tendance au roulis. Il n'est toutefois pas toujours possible d'éviter une inclinaison du châssis en raison du déplacement du centre de gravité du véhicule lorsqu'une grue est installée.
Des réglages supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires après le montage de la carrosserie complète.
Ceci concerne tout particulièrement les phares ainsi que le dispositif anti-encastrement arrière et le dispositif de protection latéral.
Une autorisation doit être demandée à MAN, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur » si le couple total autorisé par MAN (indiqué sur les figures 86 à 88) est ou s'il n'est pas possible de faire concorder le faux-châssis avec les dimensions de la grue et celles du véhicule. Il est interdit d'allonger les lignes droites des figures 86 à 88.

La répartition des forces étant différente avec quatre béquilles, toujours consulter MAN service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur ». Le faux-châssis doit être fabriqué avec une résistance suffisante à la torsion entre les deux supports de béquilles afin de garantir la stabilité requise lorsque la grue est en service

Pour des raisons de résistance, lever le véhicule avec les béquilles de la grue n'est autorisé que si le faux-châssis peut reprendre l'intégralité des forces induites par le travail de la grue et à condition que sa liaison avec le cadre du châssis ne soit pas rigide (p. ex. grue automotrice).

Selon la réglementation du pays concerné, la pose de la grue doit être contrôlée avant sa première mise en service, par l'expert du Service Technique ou par une personne mandatée par la Caisse de Prévoyance. Le résultat du contrôle doit être inscrit dans le carnet de contrôle

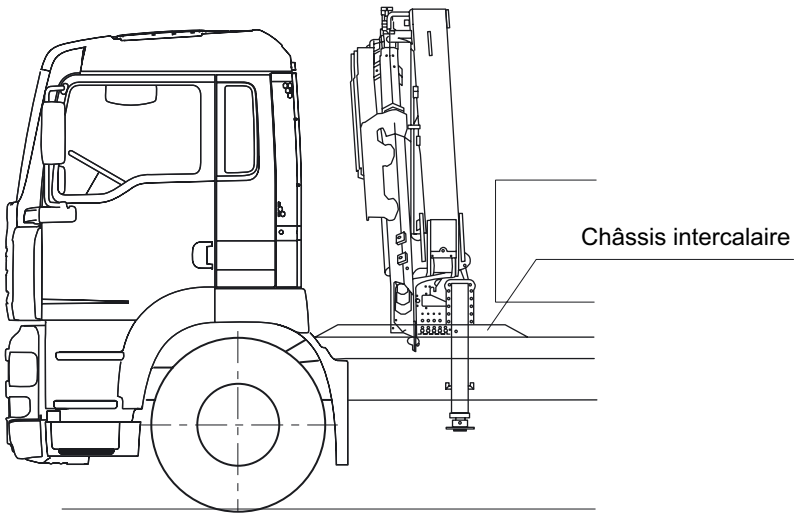
Littérature:

- UVV Kräne (VBG 9)

5.3.8.1 Grue de chargement derrière la cabine

Un cadre intercalaire complémentaire doit être prévu sur le faux-châssis afin d'obtenir l'espace libre requis (voir figure 35) si la timonerie du changement de vitesses ou la boîte elle-même dépasse au-dessus du faux-châssis. Le châssis intercalaire peut être conçu de manière à renforcer le faux-châssis.

Figure 82: Espace libre pour la grue de chargement derrière la cabine ESC-107



La cabine doit pouvoir être basculée et le verrouillage actionné sans entrave.
Il ne doit y avoir aucune pièce gênante dans la zone du rayon de basculement. Les rayons de basculement des cabines sont indiqués sur les plans des châssis à se procurer via notre système en ligne MANTED® (www.manted.de)
ou par commande par fax auprès du service ESC (adresse et numéro de fax, voir en haut sous « Editeur ».

Même en respectant la charge autorisée sur l'essieu AV, éviter qu'un poids trop important s'exerce sur la partie avant du véhicule pour des raisons de tenue de route. Une réduction de la charge sur l'essieu AV est p. ex. possible en déplaçant certains organes.
La charge autorisée sur l'essieu AV peut être augmentée sur divers véhicules dès que certaines conditions techniques sont réalisées p. ex. si la charge admissible au niveau des essieux, des ressorts, de la direction, des jantes et des pneus n'est pas dépassée.
Voir le chapitre « Généralités » pour l'accroissement de la charge autorisée sur l'essieu AV et le procédé à suivre.

5.3.8.2 Grue de chargement à l'arrière

Une roue de secours placée à l'arrière peut être mise sur le côté du cadre afin d'obtenir la place nécessaire pour poser une grue de chargement et mieux répartir la charge sur l'essieu AV.

Des ressorts plus performants, une barre stabilisatrice ou d'autres éléments de stabilisation disponibles devront être installés selon les dimensions de la grue et la répartition de la charge ce qui réduit l'inclinaison et la tendance au roulis du véhicule équipé d'une grue.

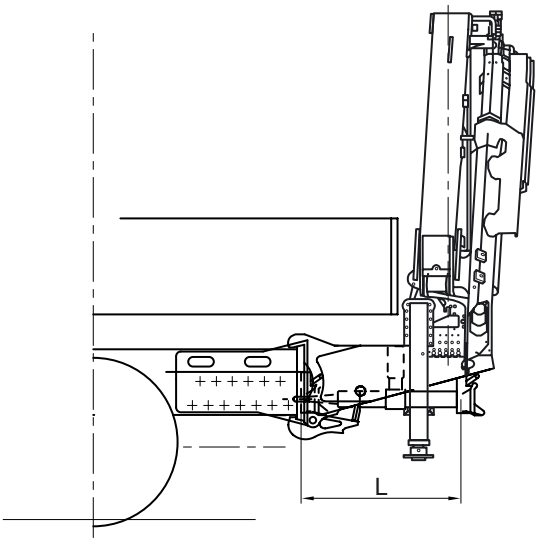
La charge sur l'essieu AV diminue beaucoup lorsque les essieux traînés relevables sont levés. En roulant la stabilité ne sera probablement pas suffisante du fait de la grue exerçant une charge ponctuelle dynamique sur l'extrémité du cadre. Il faut donc bloquer le dispositif de levage, si en roulant à vide avec la grue et les essieux traînés relevés, on arrive à plus de 80 % de la charge autorisée sur l'essieu moteur ou si la charge minimale sur l'essieu AV (30 % du poids réel du véhicule) n'est plus atteinte. L'essieu traîné peut être levé lorsqu'il faut se garer à condition que le faux-châssis et la carrosserie soient suffisamment dimensionnés et en respectant les charges autorisées sur les essieux. Il convient alors de tenir compte des forces de flexion et de torsion plus élevées agissant sur la carrosserie et l'assemblage du cadre. L'assistance au démarrage fonctionne encore étant donné que l'essieu traîné n'est pas levé mais seulement délesté.

Si une remorque est accrochée, un second dispositif d'attelage doit être installé sur les consoles de montage pour les grues AR décrochables. Ce dispositif d'attelage est relié à celui du véhicule par une tige de traction à œillet (voir figure 83). Le dispositif de dételage et la carrosserie doivent reprendre et transmettre sans problème les forces induites en roulant avec une remorque. Tenir compte des indications dans le paragraphe « Dispositifs d'accouplement » du chapitre « Modification du châssis ». La charge remorquée maximale autorisée en cas de grue attelée est égale à la charge remorquée de série au niveau du dispositif d'attelage. Dans le cas d'une utilisation avec remorque, la longueur totale du train routier doit être augmentée de la distance «L» entre les 2 dispositifs d'attelage (voir fig. 83). Si en plus d'une grue de chargement AR dételable, le véhicule doit être utilisé avec une remorque à essieu central, le constructeur de la grue doit en attester la conformité technique sur ce point. Il doit tenir compte de la charge d'appui (voir paragraphe « Dispositifs d'accouplement » du chapitre 4 « Modification du châssis »). Les valeurs indiquées dans le paragraphe « Charge mini sur essieu AV » du chapitre « Généralités » doivent être respectées.

Lorsque la grue est attelée et en utilisation sans remorque, le dispositif de dételage doit être équipé d'une barre anti-encastrement. Le carrossier est responsable de la solidité de la console d'attelage ainsi que de la pose correcte du support de la console sur le véhicule.

Les chariots élévateurs transportés sur les véhicules doivent être considérés comme étant des grues dételables.
Le cadre nécessaire et la flexion peuvent être définis par le carrossier grâce à notre service online MANTED® (www.manted.de) (voir aussi le chapitre 5.3.9 « Hayon élévateur »).

Figure 83: Dispositif de dételage pour grue de chargement à l'arrière ESC-023



Le centre de gravité de la charge utile varie selon que la grue est dételée ou non. De façon à obtenir la charge maximale la plus grande possible, sans dépasser les charges admissibles sur essieux, nous recommandons de repérer clairement sur la carrosserie le centre de gravité de la charge utile avec et sans la grue.

Il faut tenir compte de l'augmentation du porte-à-faux AR due au dispositif de dételage. Un dépassement du porte-à-faux indiqué dans le chapitre « Généralités », paragraphe « Longueur de porte-à-faux autorisée » est admissible si aucune autre prescription technique ou légale ne s'y oppose.

5.3.8.3 Faux-châssis pour grue de chargement

Le faux-châssis dont le couple surfacique d'inertie minimale résulte des figures 86 à 88 doit toujours être prévu pour les carrosseries équipées d'une grue de chargement. Un faux-châssis caractérisé par un couple surfacique d'inertie d'au moins 175cm^4 est indispensable même lorsque les couples totaux des grues se traduisent, théoriquement, par un couple surfacique d'inertie inférieur à 175cm^4.

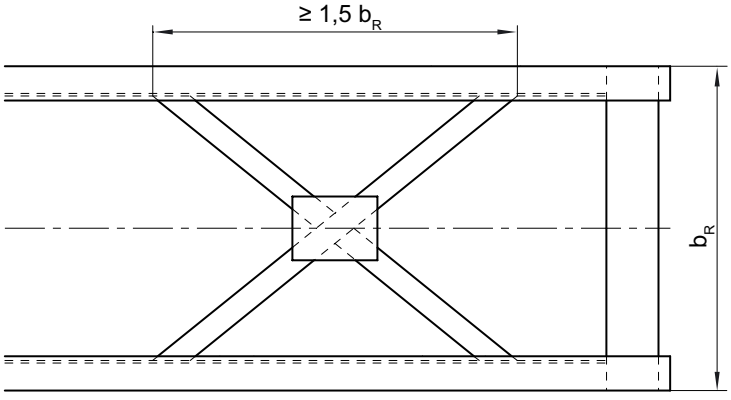
Nous recommandons le montage d'une membrure supérieure complémentaire (plaque anti-usure) dans la zone de la grue afin que le pied de celle-ci ne pénètre pas progressivement dans le faux-châssis. L'épaisseur de la membrure supérieure complémentaire doit être de 8-10mm selon les dimensions de la grue.

Des grues de chargement sont fréquemment installées conjointement à d'autres carrosseries exigeant elles aussi un faux-châssis (p. ex. benne, tracteur de semi-remorque, carrosserie à sellette). Il faut alors utiliser, selon la carrosserie et les critères exigés, le faux-châssis de plus grande taille allant avec l'ensemble de la carrosserie.

Le faux-châssis destiné à une grue de chargement dételable de son support doit être configuré de sorte que le dispositif de décrochage et la grue puissent être repris sans aucun problème. L'exécution du support de la console (fixation des boulons, etc.) relève de la responsabilité du carrossier.

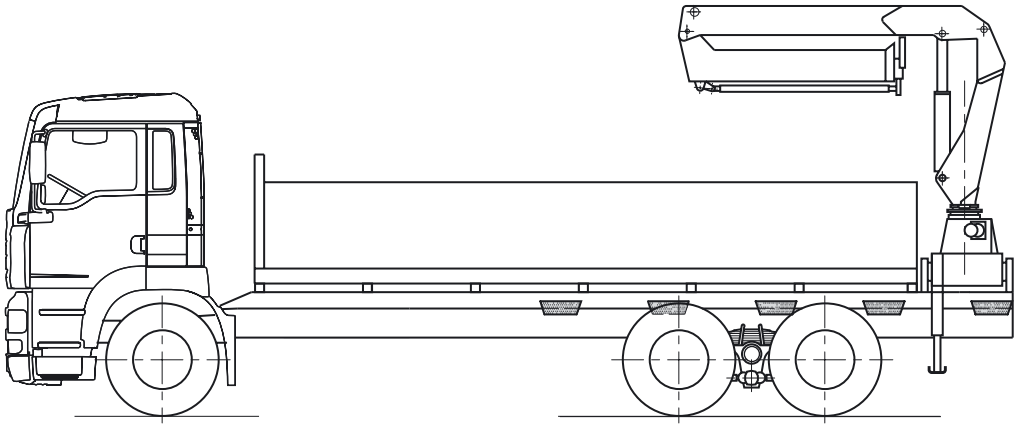
En cas de montage de la grue de chargement derrière la cabine, le faux-châssis doit être fermé en caisson au minimum dans la zone de la grue (voir figure 49 également : Transition entre le profilé du caisson et le profilé U ESC-043). En cas de montage à l'arrière de la grue de chargement, un profilé fermé doit être utilisé entre l'extrémité du cadre et au minimum jusque devant le tout premier guidage de l'essieu arrière. Il faut, en outre, prévoir un assemblage croisé (assemblage en X) ou une structure équivalente afin d'augmenter la résistance à la torsion à l'intérieur du faux-châssis (voir figure 84). Une autorisation de MAN, service ESC « Editeur » est cependant indispensable pour que cette construction soit reconnue comme étant équivalente.

Figure 84: Renfort en X du faux-châssis ESC-024



Un assemblage à introduction de poussée rigide assuré par des tôles de poussée suffisamment grandes et en nombre suffisant est indispensable étant donné qu'en règle générale la fixation souple au faux-châssis ne suffit pas si une grue est montée. Diverses tôles latérales ajoutées au cadre, comme sur la figure 85, ne débouchent sur un assemblage à introduction de poussée rigide que si cela est prouvé et confirmé par des calculs. Se reporter aux paragraphes correspondants de ce chapitre pour les assemblages à introduction de poussée rigides et/ou souples.

Figure 85: Assemblage à introduction de poussée rigide en cas de carrosserie avec grue ESC-045



Les diagrammes des figures 86 à 88 ne s'entendent que pour les carrosseries avec grue et double béquille. Ils s'appliquent pareillement à la carrosserie derrière la cabine ou à l'extrémité du cadre. Les coefficients de sécurité y figurent déjà, le couple total M_{Kr} de la grue doit être pris en compte avec le facteur de choc d'après les indications du fabricant de la grue (voir également la formule « Couple total d'une grue de chargement » ci-dessus dans ce chapitre).

L'ensemble de la carrosserie doit être coordonné avec MAN, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur » si on est contraint de s'écarter de la méthode de conception ici décrite en raison des spécificités à respecter (p. ex. véhicules bas transportant des conteneurs, véhicules de remorquage, etc.)

Exemple d'utilisation des diagrammes des figures 86 à 88:

Il faut déterminer le faux-châssis pour un véhicule F2000 19xxx FC, type T31, avec un profilé de cadre numéro 23 selon tableau 31 dans le chapitre « Modification du châssis » alors que le couple total de la grue devant être montée atteint 160kNm.

Solution:

Un couple mini d'inertie géométrique de 1440cm^4 découle du diagramme de la figure 88.
Un profilé d'une hauteur de 180mm est nécessaire si un profilé en U d'une largeur de 80mm et d'une épaisseur de 8mm avec une plaque d'une épaisseur de 8mm est fermé en caisson, voir le diagramme de la figure 90. La hauteur mini diminue à 150mm environ si deux profilés en U avec L/t = 80/8 sont emboîtés afin d'obtenir un caisson, voir la figure 91.

Arrondir à la valeur supérieure suivante si la taille du profilé ne peut être obtenue pour les valeurs relevées; il est interdit d'arrondir au chiffre inférieur.

L'espace libre nécessaire pour la totalité des pièces mobiles n'est pas pris en compte lors de cette considération et il faut donc à nouveau le contrôler en se basant sur les dimensions choisies.

Il est interdit d'avoir recours dans la zone de la grue à un profilé en U ouvert selon figure 89. S'il est représenté ici c'est uniquement parce que le diagramme peut également servir pour d'autres carrosseries.

Figure 86: Couple total de la grue et couple surfacique d'inertie pour L2000 ESC-210

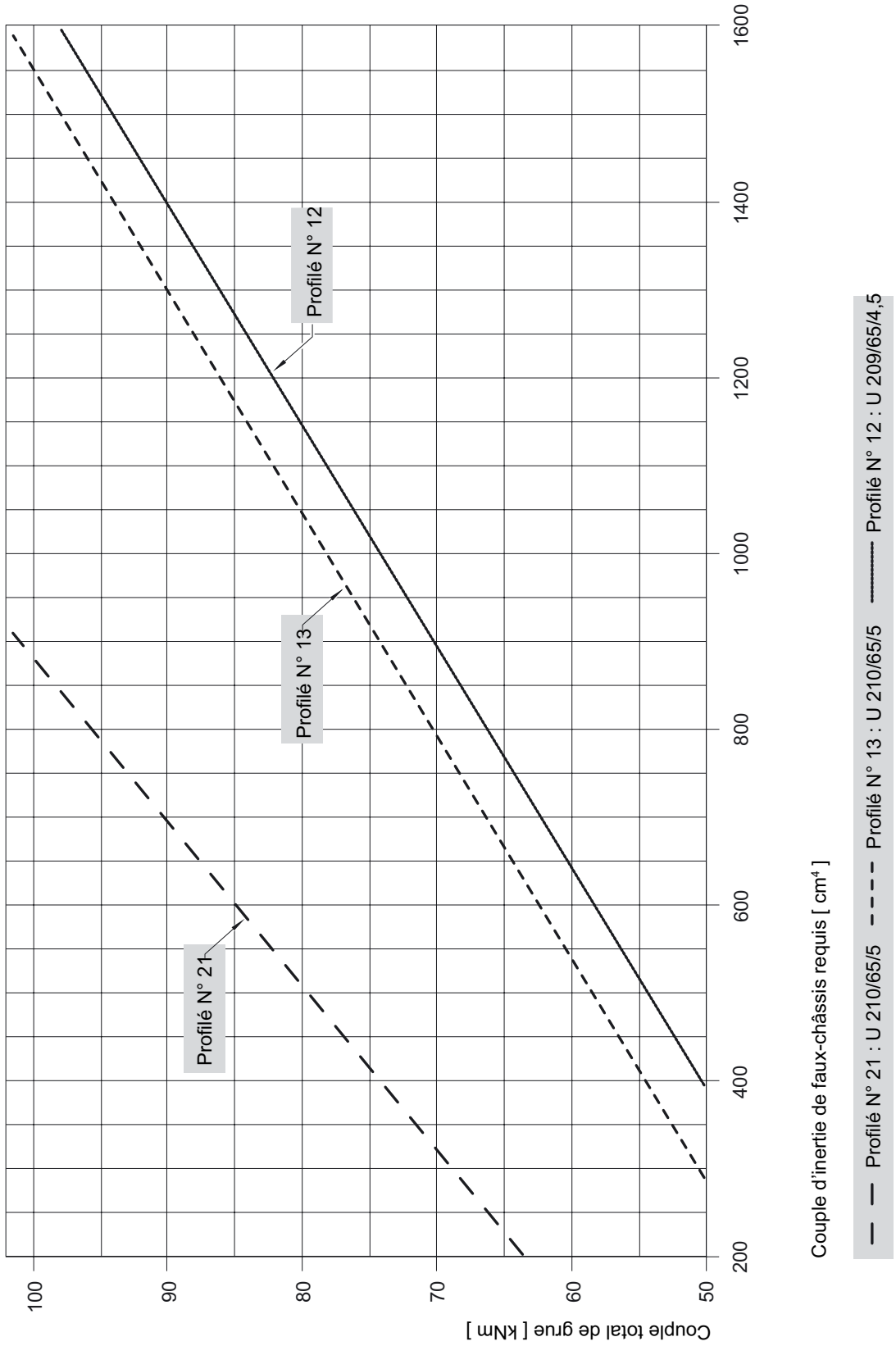


Figure 87: Moment total de la grue et moment d'inertie pour M2000L et M2000M ESC-211

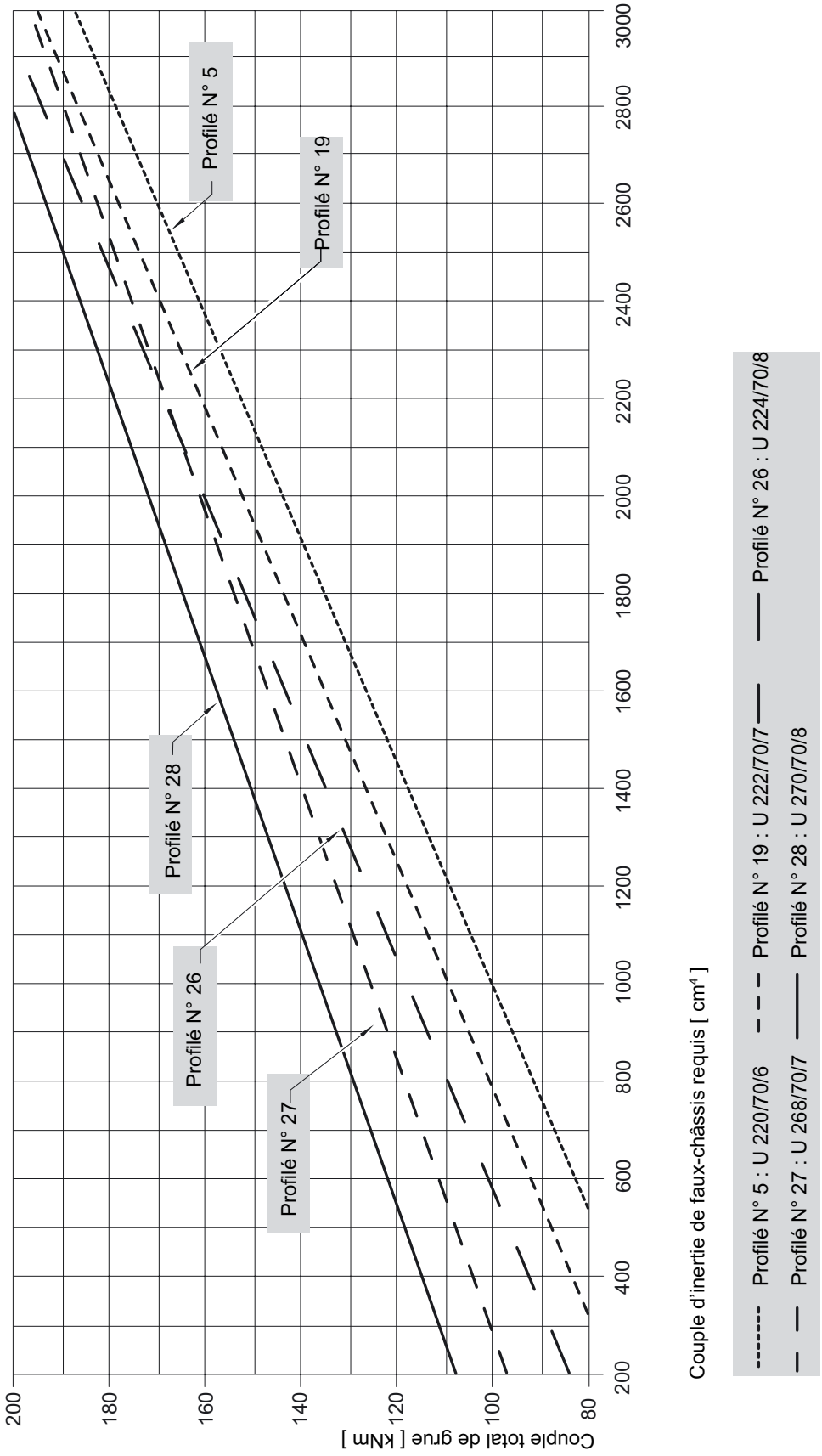


Figure 88: Moment total de la grue et moment d'inertie pour F2000 ESC-212

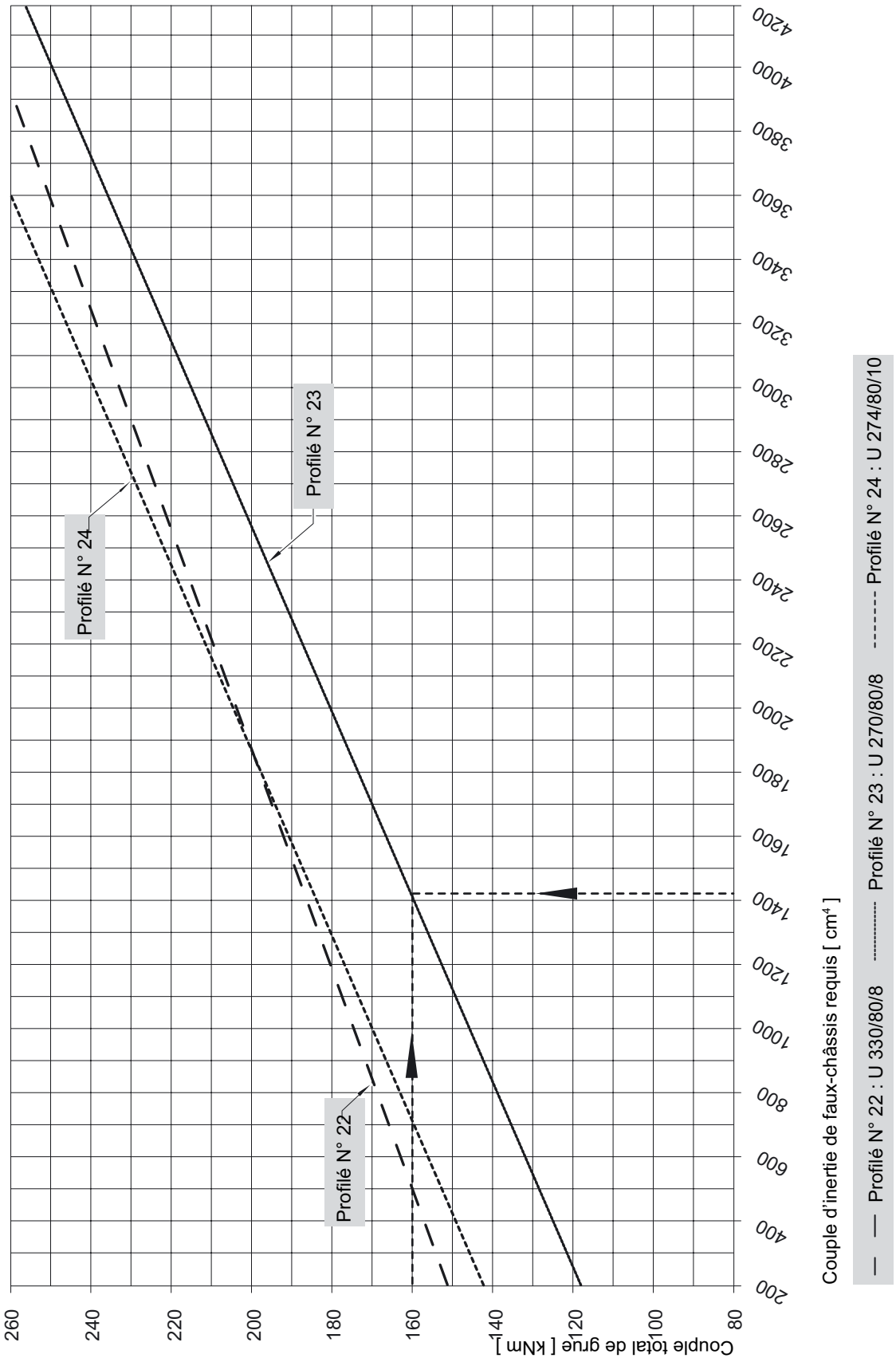


Figure 89: Moment total de la grue et moment d'inertie pour TGA ESC-216_1

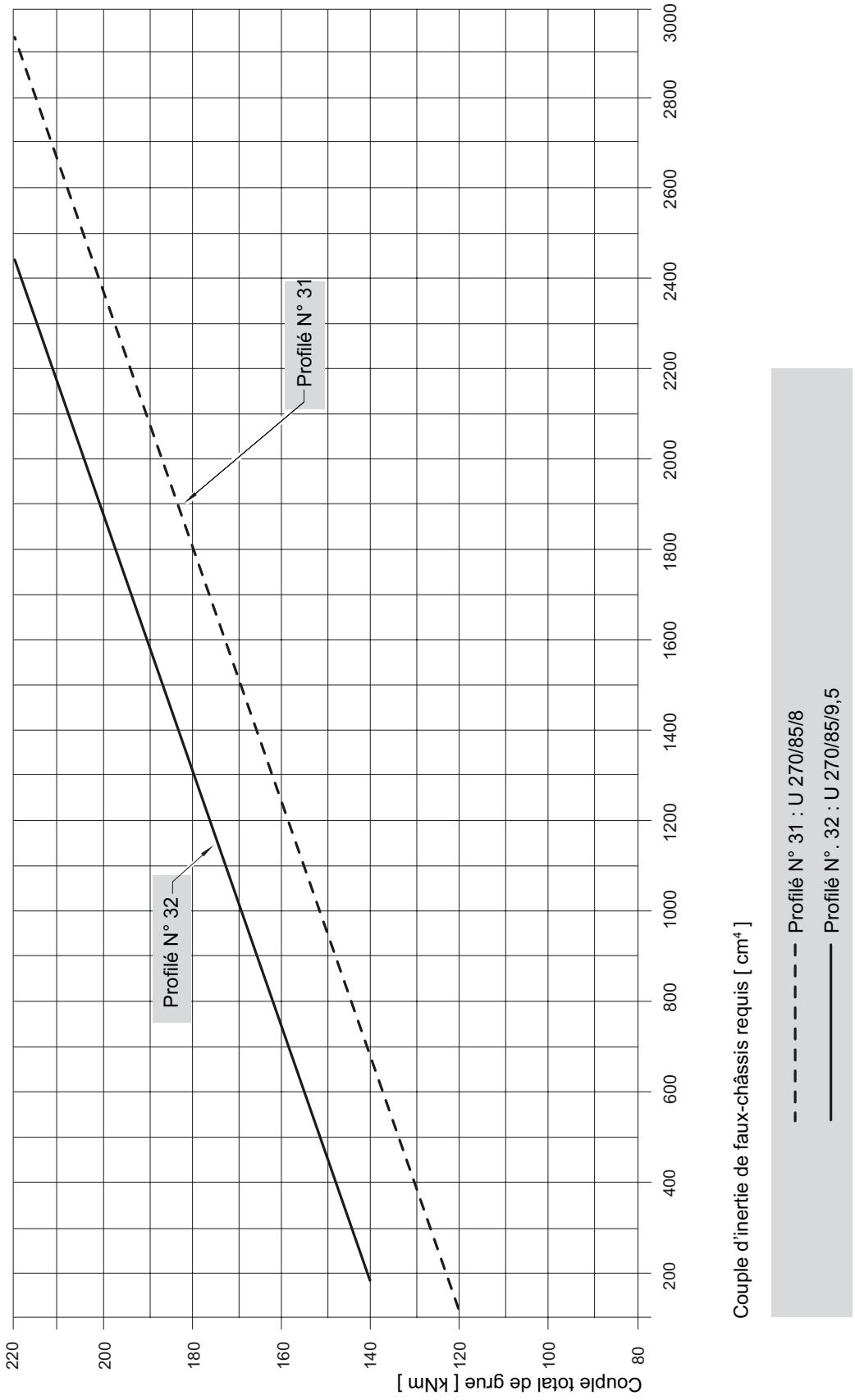


Figure 90: Couples surfaciques d'inertie des profilés en ESC-213

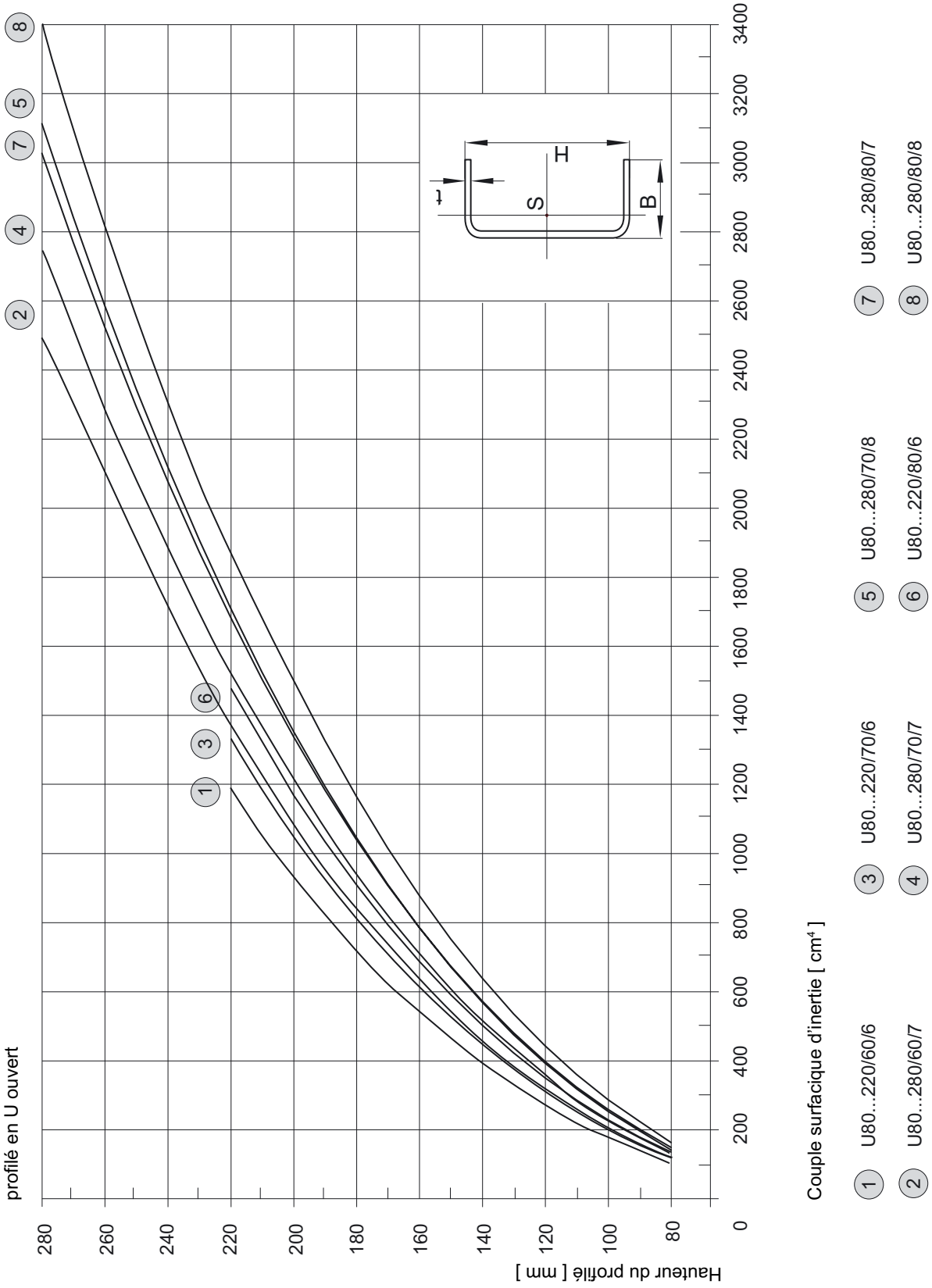


Figure 91: Couples surfaciques d'inertie des profilés en U fermés ESC-214

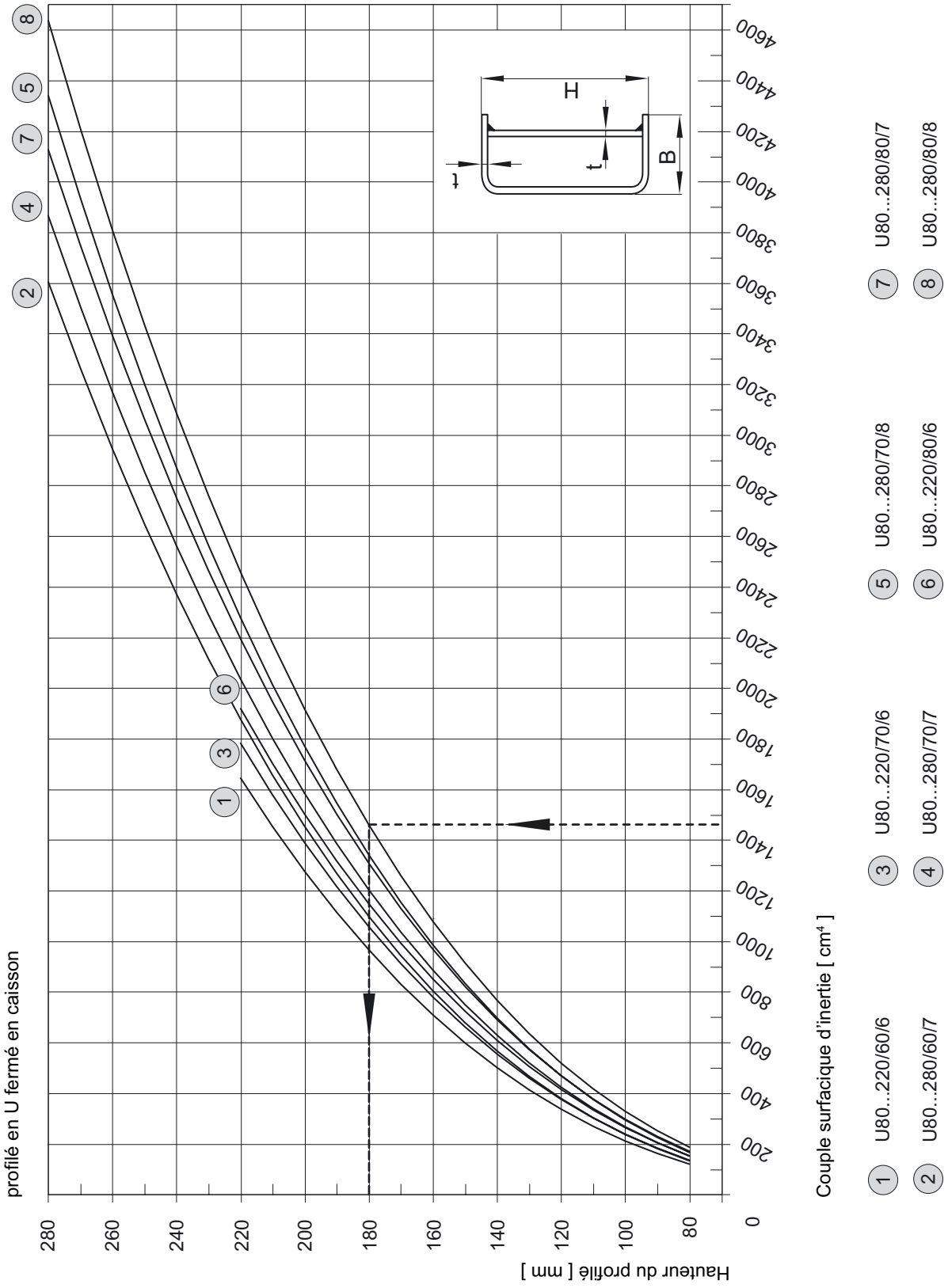
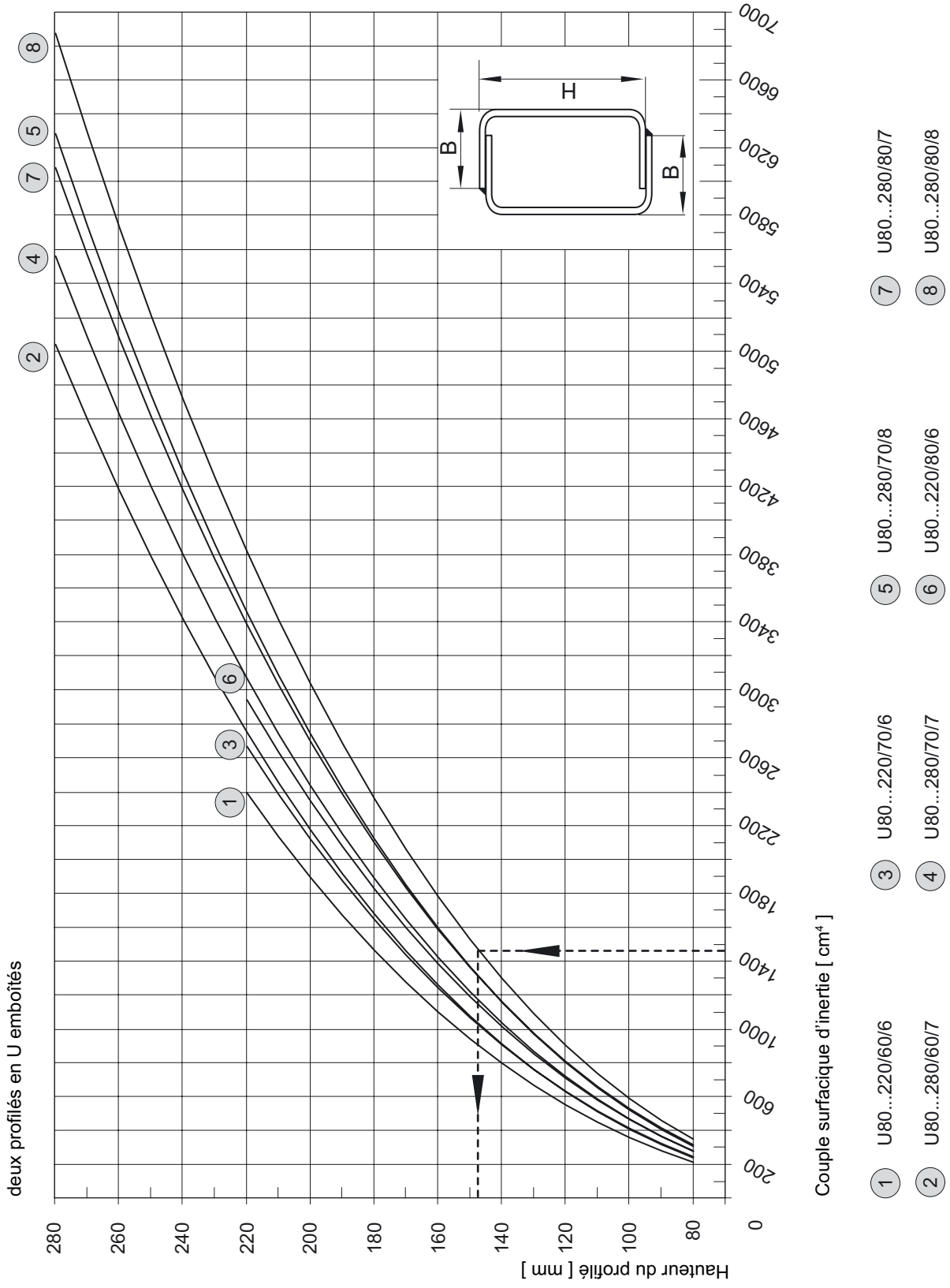


Figure 92: Moment d'inertie des profilés en U emboîtés ESC-215



5.3.9 Hayon élévateur

Conditions préalables

Avant la mise en place d'un hayon élévateur (également chargeur élévateur, plate-forme élévatrice, plate-forme de chargement), il appartient de vérifier la compatibilité avec le dimensionnement du véhicule, le châssis et la carrosserie.

Le montage d'un hayon élévateur influence:

- la répartition du poids
- la longueur de carrosserie et la longueur totale
- la flexion du cadre
- la flexion du faux-châssis
- le type de liaison cadre/faux-châssis
- le réseau électrique de bord (batterie, alternateur, câblage).

Le constructeur de carrosserie doit:

- établir un calcul de la charge par essieu.
- respecter la charge minimum sur l'essieu avant prescrite (voir le chapitre «Généralités» paragraphe 3.2. «Charge minimum sur l'essieu avant»).
- éviter une surcharge des essieux.
- réduire si nécessaire la longueur de carrosserie et le porte-à-faux arrière ou augmenter l'empattement.
- contrôler la stabilité.
- dimensionner le faux-châssis y compris la liaison avec le cadre, voir le paragraphe «Dimensionner le faux-châssis»
- prévoir des batteries augmentée (140Ah pour L2000, 180Ah pour M2000 et F2000) et un alternateur renforcé (au moins 28V 55A ou mieux 28V 80A). Disponible en tant qu'équipement spécial départ usine.
- prévoir une interface électrique pour le hayon élévateur (schémas de connexion / affectation des broches, voir le paragraphe Raccordement électrique) L'interface électrique du hayon élévateur peut également être livrée départ usine.
- respecter les directives, p. ex.:
  - la directive Machines de la CE (version revue de la directive 89/392/CEE : 98/37/CE)
  - la directive de prévention des accidents (UVV), montage d'une protection anti-encastrement selon §32b StVZO et directive CE 70/221/CEE /ECE-R 58
  - Monter les équipements d'éclairage autorisés selon 76/756/CEE (en Allemagne article 53b alinéa 5 StVZO prescrit pour les planchers élévateurs de chargement des clignotants jaunes et des marques rétroréfléchissantes rouges-blanches de mise en garde lorsque le hayon élévateur fonctionne).

Dimensionner le faux-châssis

Les tableaux de faux-châssis sont valables dans les conditions suivantes:

- respect de la charge minimum sur essieu avant selon le chapitre «Généralités» paragraphe 3.18.
- pas de surcharge au niveau de la construction, de l'essieu ou des essieux arrière
- les charges d'appui venant s'ajouter au hayon élévateur doivent être additionnées au véhicule tracteur lors du contrôle de la charge minimum sur l'essieu avant et de la charge max. sur essieu arrière.
- les véhicules avec essieu relevable doivent l'abaisser lors du fonctionnement du hayon élévateur.
- respect des limites de porte-à-faux en fonction du porte-à-faux de véhicule max.

Les valeurs figurant dans les tableaux sont des indices repères pour lesquels pour des raisons de stabilité/de flexion aucun appui n'est nécessaire. Ceux-ci sont nécessaires quand:

- Les valeurs de capacité de charge du hayon élévateur indiquées dans les tableaux sont dépassées
- la stabilité requiert l'acquisition d'appuis

Si des appuis sont montés, bien que cela ne soit pas nécessaire, cela n'a aucune influence sur la taille du faux-châssis requis.
Le soulèvement du véhicule avec les appuis n'est pas autorisé car il pourrait entraîner un endommagement du châssis.

Les véhicules avec plateforme de chargement départ usine (fabricant Walther) sont équipés d'un faux-châssis U 120/60/6 en QStE 380 ($\sigma_{0,2} \geq 380$ N/mm²) la liaison avec le châssis étant réalisée par un accouplement souple avec des équerres de fixation MAN.
Si les tableaux l'exigent, il peut être nécessaire de réaliser une liaison en partie rigide ultérieurement lors du montage d'un hayon élévateur. Les tableaux sont classés dans l'ordre croissant par classe de tonnage, description de variante, type de suspension et empattement, les descriptions de variantes (p. ex. LE 8.xxx LC 4x2 BB) devant être considérées comme aide d'orientation;
les numéros de type à 3 chiffres, également appelés clés de type (voir l'explication chapitre «Généralités»), qu'on retrouve dans l e numéro de véhicule de base aux positions 2 - 4 et dans le numéro d'identification du véhicule aux positions 4 - 6 sont obligatoires.
Tous les autres documents techniques, p. ex. les schémas de châssis, les directives de carrosserie se réfèrent au numéro de type.
Pour le porte-à-faux on indique - toujours en référence au centre de roue du dernier essieu - aussi bien le porte-à-faux de cadre du châssis de série que le porte-à-faux total maximal du véhicule (y compris carrosserie et hayon élévateur, voir figure 93 en bas) qui ne doit pas être dépassé après le montage du hayon élévateur. Si le porte-à-faux maximal prescrit du véhicule ne suffit pas, on utilise les données de faux-châssis des lignes suivantes pour lesquelles la condition ≤ est satisfaite (excepté début de l'assemblage rigide qui se rapporte uniquement à l'empattement). Les faux-châssis des tableaux sont des exemples, ainsi **U120/60/6** est un profilé en **U** ouvert vers l'intérieur de **120**mm de hauteur extérieure, de **60**mm de largeur en haut et en bas et d'une épaisseur de **6**mm sur toute la section. D'autres profilés en acier sont admissibles s'ils présentent les mêmes valeurs en termes de couple surfacique d'inertie I_x, de couples de résistance W_{x1}, W_{x2} et de limité d'élasticité $\sigma_{0,2}$.

Tableau 35: Caractéristiques techniques des profilés de faux-châssis

Profilé	Hauteur	Largeur	Epaisse	I_x	W_{x1}, W_{x2}	$\sigma_{0,2}$	σ_B	Masse
U100/50/5	100mm	50mm	5mm	136cm⁴	27cm³	355 N/mm²	520 N/mm²	7,2kg/m
U100/60/6	100mm	60mm	6mm	182cm⁴	36cm³	355 N/mm²	520 N/mm²	9,4kg/m
U120/60/6	120mm	60mm	6mm	281cm⁴	47cm³	355 N/mm²	520 N/mm²	10,4kg/m
U140/60/6	140mm	60mm	6mm	406cm⁴	58cm³	355 N/mm²	520 N/mm²	11,3kg/m
U160/60/6	160mm	60mm	6mm	561cm⁴	70cm³	355 N/mm²	520 N/mm²	12,3kg/m
U160/70/7	160mm	70mm	7mm	716cm⁴	90cm³	355 N/mm²	520 N/mm²	15,3kg/m
U180/70/7	180mm	70mm	7mm	951cm⁴	106cm³	355 N/mm²	520 N/mm²	16,3kg/m

S'il est suffisant, le montage avec assemblage souple du faux -châssis est indiqué avec la lettre w, en cas de montage en partie rigide (lettre s) le nombre de liaisons vissées, la longueur de soudure - par côté de cadre respectivement - et le début de l'assemblage rigide sont indiqués depuis le milieu du 1er essieu (voir figure 93Pour les assemblages rigides ou en partie rigides, ce sont les conditions du chapitre 5 Carrosseries qui s'appliquent.

Figure 93: Montage d'un hayon élévateur: cotes de porte-à faux avec un assemblage en partie rigide ESC-633

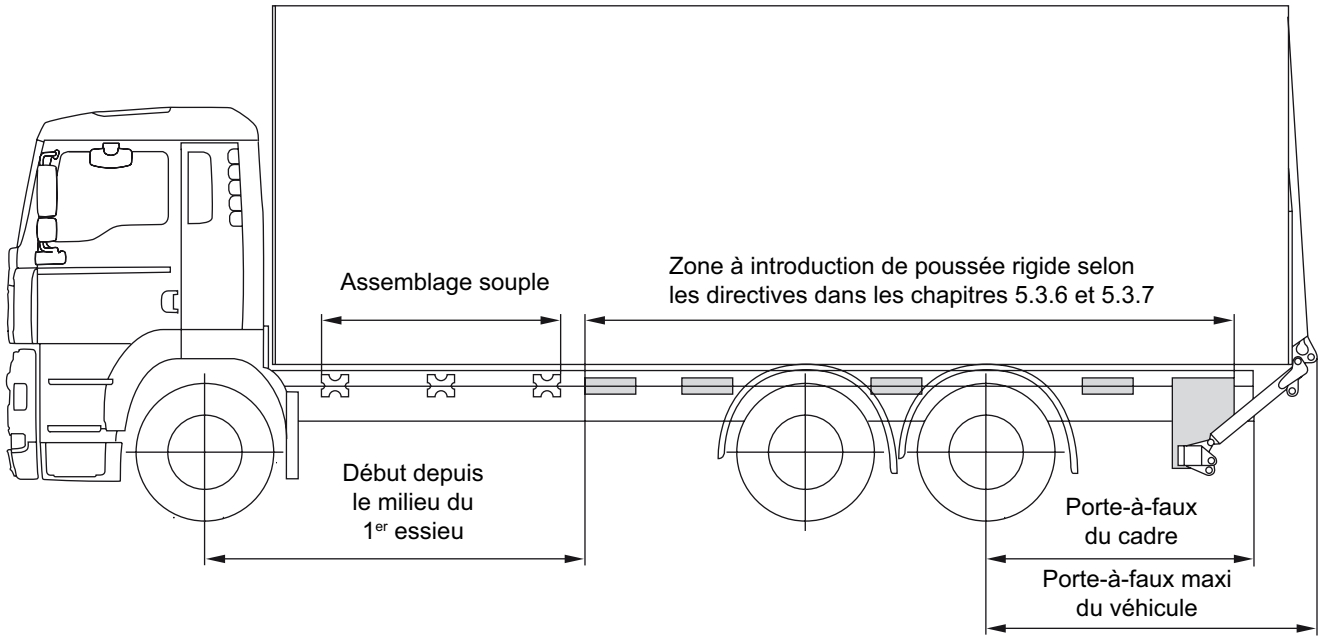


Tableau 36: Faux-châssis et type de montage

L2000 LE 8.xxx LE 9.xxx Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

L20 L21 LE 8.xxx 4x2 BB LE 9.xxx 4x2 BB (lame-lame)								
Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø12+0,2	Longueur soudure	
3.000	1.090	≤ 1.800	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
3.350	1.420	≤ 2.000	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	34	950	1.950
3.650	1.820	≤ 2.150	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	26	750	2.100
3.950	1.820	≤ 2.350	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	650	2.300
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	30	850	2.300
4.250	2.075	≤ 2.550	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	650	2.450
			20,0	U 100/50/5	s	28	800	2.450
4.600	2.550	≤ 2.750	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	450	2.650
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	22	600	2.650
			20,0	U 100/50/5	s	28	750	2.650
4.900	2.550	≤ 2.900	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	450	2.850
			10,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	500	2.850
			15,0	U 100/50/5	s	24	650	2.850
			20,0	U 120/60/6	s	30	800	2.850
5.300	2.925	≤ 3.150	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	450	3.000
			10,0	U 100/50/5	s	18	500	3.000
			15,0	U 100/50/5	s	24	650	3.000
			20,0	U 120/60/6	s	30	700	3.000

Cotes en mm, charges en kN

L2000 LE 8.xxx LE 9.xxx

Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

L33 L34	**LE 8.xxx 4x2 BL / LE 9.xxx 4x2 BL (lame-air)**							
Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø12+0,2	Longueur soudure	
3.000	1.090	≤ 1.800	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	28	800	1.750
3.350	1.420	≤ 2.000	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	22	600	1.950
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	26	700	1.950
3.650	1.820	≤ 2.150	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	550	2.100
			20,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	24	650	2.100
3.950	1.820	≤ 2.350	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	450	2.300
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	22	600	2.300
			20,0	U 120/60/6	s	26	600	2.300
4.250	2.075	≤ 2.550	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	400	2.450
			10,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	450	2.450
			15,0	U 100/50/5	s	22	600	2.450
			20,0	U 120/60/6	s	28	600	2.450
4.600	2.550	≤ 2.750	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	400	2.650
			10,0	U 100/50/5	s	18	450	2.650
			15,0	U 100/50/5	s	22	600	2.650
			20,0	U 140/60/6	s	26	600	2.650
4.900	2.450	≤ 2.900	≤ 7,5	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	16	450	2.850
			10,0	U 100/50/5	s	18	500	2.850
			15,0	U 100/50/5	s	24	650	2.850
			20,0	U 140/60/6	s	28	650	2.850
5.300	2.925	≤ 3.150	≤ 7,5	U 100/50/5	s	16	450	3.000
			10,0	U 100/50/5	s	18	500	3.000
			15,0	U 120/60/6	s	24	550	3.000
			20,0	U 160/60/6	s	28	600	3.000

Cotes en mm, charges en kN

L2000 LE 10.xxx

Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

L24 L25			**LE 10.xxx 4x2 BB (lame-lame)**					
Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 12+0,2	Longueur soudure	
3.000	1.090	≤ 1.650	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
3.350	1.420	≤ 1.900	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
3.650	1.820	≤ 2.150	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	26	750	2.100
3.950	1.820	≤ 2.350	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	700	2.300
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	30	850	2.300
4.250	2.075	≤ 2.550	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	650	2.450
			20,0	U 100/50/5	s	30	850	2.450
4.600	2.550	≤ 2.750	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
			10,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	500	2.650
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	22	600	2.650
			20,0	U 120/60/6	s	28	650	2.650
4.900	2.550	≤ 2.900	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	450	2.850
			10,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	550	2.850
			15,0	U 100/50/5	s	26	750	2.850
			20,0	U 120/60/6	s	32	700	2.850
5.300	2.925	≤ 3.150	≤ 7,5	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	16	450	3.000
			10,0	U 100/50/5	s	20	550	3.000
			15,0	U 100/50/5	s	26	700	3.000
			20,0	U 140/60/6	s	30	700	3.000

Cotes en mm, charges en kN

L2000 LE 10.xxx Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

L35 L36	**LE 10.xxx 4x2 BL (lame-air)**							
Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 12+0,2	Longueur soudure	
3.000	1.090	≤ 1.650	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	28	750	1.750
3.350	1.420	≤ 1.900	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	22	550	1.950
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	26	700	1.950
3.650	1.820	≤ 2.150	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	550	2.100
			20,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	24	650	2.100
3.950	1.820	≤ 2.350	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
			10,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	500	2.300
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	22	600	2.300
			20,0	U 120/60/6	s	28	600	2.300
4.250	2.075	≤ 2.550	≤ 7,5	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	450	2.450
			10,0	U 160/70/	w			
				U 100/50/5	s	18	500	2.450
			15,0	U 100/50/5	s	22	650	2.450
			20,0	U 120/60/6	s	28	650	2.450
4.600	2.550	≤ 2.750	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	400	2.650
			10,0	U 100/50/5	s	18	500	2.650
			15,0	U 100/50/5	s	22	600	2.650
			20,0	U 140/60/6	s	28	600	2.650
4.900	2.450	≤ 2.900	≤ 7,5	U 100/50/5	s	16	450	2.850
			10,0	U 100/50/5	s	20	550	2.850
			15,0	U 120/60/6	s	26	550	2.850
			20,0	U 140/60/6	s	30	650	2.850
5.300	2.925	≤ 3.150	≤ 7,5	U 100/50/5	s	18	450	3.000
			10,0	U 100/50/5	s	20	550	3.000
			15,0	U 120/60/6	s	26	550	3.000
			20,0	U 160/60/6	s	28	650	3.000

Cotes en mm, charges en kN

M2000L LE 12.xxx

Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

L70 L71	**LE 12.xxx 4x2 BB (lame-lame)**							
Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 14+0,2	Longueur soudure	
3.275	1.850	≤ 1.900	≤ 30,0	U 100/50/5	w			
3.675	2.150	≤ 2.200	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	22	850	2.100
4.025	2.1100	≤ 2.400	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	26	950	2.300
4.575	2.100	≤ 2.700	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	700	2.650
			20,0	U 100/50/5	s	24	850	2.650
			30,0	U 100/50/5	s	32	1200	2.650
5.075	2.550	≤ 3.000	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
			10,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	550	2.950
			15,0	U 100/50/5	s	18	700	2.950
			20,0	U 100/50/5	s	22	850	2.950
			30,0	U 120/60/6	s	32	950	2.950
5.475	3.000	≤ 3.250	≤ 7,5	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	450	3.150
			10,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	500	3.150
			15,0	U 100/50/5	s	18	650	3.150
			20,0	U 100/50/5	s	22	800	3.150
			30,0	U 140/60/6	s	30	900	3.150

Cotes en mm, charges en kN

M2000L LE 12.xxx Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

L72 L73	**LE 12.xxx 4x2 BL (lame-air)**							
Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 14+0,2	Longueur soudure	
3.275	1.850	≤ 1.900	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	700	1.900
3.675	2.150	≤ 2.200	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	600	2.100
			30,0	U 100/50/5	s	22	800	2.100
4.025	2.100	≤ 2.400	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	550	2.300
			20,0	U 100/50/5	s	18	650	2.300
			30,0	U 100/50/5	s	24	900	2.300
4.575	2.100	≤ 2.700	≤ 7,5	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	450	2.650
			10,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	500	2.650
			15,0	U 100/50/5	s	18	650	2.650
			20,0	U 100/50/5	s	22	800	2.650
			30,0	U 140/60/6	s	30	900	2.650
5.075	2.550	≤ 3.000	≤ 7,5	U 100/50/5	s	14	450	2.950
			10,0	U 100/50/5	s	14	550	2.950
			15,0	U 100/50/5	s	18	650	2.950
			20,0	U 120/60/6	s	22	700	2.950
			30,0	U 160/60/6	s	30	900	2.950
5.475	3.000	≤ 3.250	≤ 10,0	U 100/50/5	s	14	550	3.150
			15,0	U 120/60/6	s	20	550	3.150
			20,0	U 140/60/6	s	22	650	3.150
			30,0	U 180/70/7	s	28	700	3.150

Cotes en mm, charges en kN

M2000L LE 14.xxx

Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

L74 L75		**LE 14.xxx 4x2 BB (lame-lame)**						
Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 14+0,2	Longueur soudure	
≤ 3.675		≤ 1.950	≤ 30,0	U 100/50/5	w			
4.025	2.100	≤ 2.200	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	900	2.300
4.575	2.100	≤ 2.550	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	750	2.650
			30,0	U 100/50/5	s	28	1050	2.650
5.075	2.550	≤ 2.950	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	650	2.950
			20,0	U 100/50/5	s	22	800	2.950
			30,0	U 120/60/6	s	30	900	2.950
5.475	3.000	≤ 3.200	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	450	3.150
			10,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	500	3.150
			15,0	U 100/50/5	s	18	650	3.150
			20,0	U 100/50/5	s	22	800	3.150
			30,0	U 120/60/6	s	30	900	3.150

Cotes en mm, charges en kN

M2000L LE 14.xxx Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

L76 L77 L79 LE 14.xxx 4x2 BL / LL (lame-air / air-air)								
Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 14+0,2	Longueur soudure	
≤ 3.275	1.850	≤ 1.650	≤ 30,0	U 100/50/5	w			
3.675	2.150	≤ 1.950	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	20	700	2.100
4.025	2.100	≤ 2.150	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	600	2.300
			30,0	U 100/50/5	s	22	850	2.300
4.575	2.100	≤ 2.550	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	450	2.650
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	16	600	2.650
			20,0	U 100/50/5	s	20	700	2.650
			30,0	U 120/60/6	s	28	800	2.650
5.075	2.550	≤ 2.900	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	450	2.950
			10,0	U 100/50/5	s	14	500	2.950
			20,0	U 120/60/6	s	22	650	2.950
			30,0	U 140/60/6	s	28	850	2.950
5.475	3.000	≤ 3.200	≤ 7,5	U 100/50/5	s	14	450	3.150
			10,0	U 100/50/5	s	14	550	3.150
			15,0	U 120/60/6	s	20	550	3.150
			20,0	U 120/60/6	s	22	700	3.150
			30,0	U 160/70/7	s	30	750	3.150
6.900	3.425	≤ 3.850	≤ 7,5	U 140/60/6	s	18	500	4.000
			10,0	U 160/60/6	s	20	600	4.000
			15,0	U 180/70/7	s	24	600	4.000

Cotes en mm, charges en kN

M2000L LE 15.xxx 20.xxx

Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 14+0,2	Longueur soudure	
L81 L82	**LE 15.xxx 4x2 BB (lame-lame)**							
≤ 4.325		≤ 2.000	≤ 30,0	U 100/50/5	w			
4.575	2.100	≤ 2.200	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	900	2.650
5.075	2.550	≤ 2.500	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	650	2.950
			30,0	U 100/50/5	s	24	900	2.950
5.475	3.000	≤ 2.750	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	550	3.150
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	650	3.150
			30,0	U 100/50/5	s	24	900	3.150
L83 L84 L86	**LE 15.xxx 4x2 BL / LL (lame-air / air-air)**							
≤ 3.675		≤ 1.600	≤ 30,0	U 100/50/5	w			
4.325	2.550	≤ 2.000	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	18	700	2.500
4.575	2.100	≤ 2.150	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	600	2.650
			30,0	U 100/50/5	s	22	800	2.650
5.075	2.550	≤ 2.450	≤10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	550	2.950
			20,0	U 100/50/5	s	18	650	2.950
			30,0	U 100/50/5	s	24	850	2.950
5.475	3.000	≤ 2.700	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	400	3.150
			10,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	450	3.150
			15,0	U 100/50/5	s	16	550	3.150
			20,0	U 100/50/5	s	18	700	3.150
			30,0	U 120/60/6	s	26	800	3.150

Cotes en mm, charges en kN

M2000L LE 15.xxx 20.xxx

Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

L84 L86	**LE 20.xxx 6x2-4 BL / LL (lame-air / air-air)**							
Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 14+0,2	Longueur soudure	
3.675	1.500	≤ 2.000	≤ 7,5	U 140/60/6	w			
+1.375				U 100/50/5	s	10	600	2.900
			10,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	700	2.900
			15,0	U 100/50/5	s	14	800	2.900
			20,0	U 100/50/5	s	16	950	2.900
			30,0	U 120/60/6	s	22	1.050	2.900
4.025	1.700	≤ 2.250	≤ 7,5	U 160/70/7	w			
+1.375				U 100/50/5	s	10	600	3.100
			10,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	700	3.100
			15,0	U 100/50/5	s	14	800	3.100
			20,0	U 120/60/6	s	18	850	3.100
			30,0	U 140/60/6	s	22	1.050	3.100
4.325	1.900	≤ 2.450	≤ 10,0	U 100/50/5	s	12	700	3.300
+1.375			15,0	U 120/60/6	s	16	750	3.300
			20,0	U 120/60/6	s	18	850	3.300
			30,0	U 160/60/6	s	22	1.050	3.300
4.575	2.000	≤ 2.600	≤ 10,0	U 100/50/5	s	14	750	3.450
+1.375			15,0	U 120/60/6	s	16	750	3.450
			20,0	U 140/60/6	s	20	900	3.450
			30,0	U 160/70/7	s	24	950	3.450

Cotes en mm, charges en kN

M2000L LE 18.xxx

Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

L87 LE 18.xxx 4x2 BB (lame-lame)

Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 16+0,2	Longueur soudure	
≤ 5.900		≤ 2.500	≤ 30,0	pas de faux-châssis requis				
6.300	2.800	≤ 2.700	≤ 20,0	pas de faux-châssis requis				
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	800	3.650
L88 L89	**LE 18.xxx 4x2 BL / LL (lame-air / air-air)**							
≤ 5.100		≤ 2.100	≤ 30,0	pas de faux-châssis requis				
5.500	3.050	≤ 2.300	≤ 20,0	pas de faux-châssis requis				
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	600	3.200
5.900	3.200	≤ 2.500	≤ 20,0	pas de faux-châssis requis				
			30,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	650	3.400
6.300	2.800	≤ 2.700	≤ 15,0	pas de faux-châssis requis				
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	600	3.650
			30,0	U 100/50/5	s	16	800	3.650

Cotes en mm, charges en kN

M2000M ME 12.xxx ME 14.xxx

Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

M31	**ME 12.xxx 4x2 BB / ME 14.xxx 4x2 BB (lame-lame)**							
Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 14+0,2	Longueur soudure	
4.425	2.250	≤ 2.300	≤ 20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	24	850	2.550
4.925	2.700	≤ 2.650	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	650	2.850
			30,0	U 100/50/5	s	24	900	2.850
5.325	3.150	≤ 2.900	≤ 10,0	U 100/50/5	w			
			15,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	550	2.900
			20,0	U 100/50/5	s	18	650	2.900
			30,0	U 100/50/5	s	24	900	2.950
M32 M33	**ME 12.xxx 4x2 BL / ME 14.xxx 4x2 BL / LL MLC (lame-air / air-air)**							
4.425	2.250	≤ 2.300	≤ 15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	600	2.550
			30,0	U 100/50/5	s	22	800	2.550
4.925	2.700	≤ 2.600	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	450	2.850
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	550	2.850
			20,0	U 100/50/5	s	18	650	2.850
			30,0	U 120/60/6	s	26	750	2.850
5.325	3.150	≤ 2.900	≤ 7,5	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	400	3.050
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	450	3.050
			20,0	U 100/50/5	s	18	700	3.050
			30,0	U 140/60/6	s	26	800	3.050
5.800	2.675	≤ 3.150	≤ 7,5	U 100/50/5	s	14	500	3.350
			10,0	U 100/50/5	s	16	550	3.350
			15,0	U 120/60/6	s	20	600	3.350
			20,0	U 120/60/6	s	24	700	3.350
			30,0	U 160/70/7	s	32	800	3.350

Cotes en mm, charges en kN

M2000M ME 18.xxx ME 25.xxx

Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 16+0,2	Longueur soudure	
M38	**ME 18.xxx 4x2 BB (lame-lame)**							
≤5.900		≤ 2.650	≤ 30,0	pas de faux-châssis requis				
6.300	2.800	≤ 2.900	≤ 20,0	pas de faux-châssis requis				
			30,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	18	900	3.650
M39 M40	**ME 18.xxx 4x2 BL / LL (lame-air / air-air)**							
≤4.950		≤ 2.150	≤ 30,0	pas de faux-châssis requis				
5.350	3.200	≤ 2.350	≤15,0	pas de faux-châssis requis				
			20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 100/50/5	s	24	850	2.950
5.750	3.350	≤ 2.550	≤15,0	pas de faux-châssis requis				
			20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 100/50/5	s	24	850	3.300
5.900	3.200	≤ 2.650	≤ 15,0	pas de faux-châssis requis				
			20,0	U 100/50/5	w			
			30,0	U 100/50/5	s	24	900	3.400
6.300	2.800	≤ 2.900	≤ 10,0	pas de faux-châssis requis				
			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	550	3.650
			20,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	24	900	3.650
			30,0	U 100/50/5	s	26	1.000	3.650
M42 M43	**ME 25.xxx 6x2-2 BL / LL (lame-air / air-air)**							
4.150	2.000	≤ 1.800	≤ 30,0	pas de faux-châssis requis				
+1.350								
4.500	1.650	≤ 2.050	≤ 20,0	pas de faux-châssis requis				
+1.350			30,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	1.000	3.400
5.150	2.000	≤ 2.450	≤ 10,0	pas de faux-châssis requis				
+1.350			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	700	3.750
			20,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	18	800	3.750
			30,0	U 160/60/6	s	22	1.050	3.750
5.600	2.350	≤ 2.750	≤ 7,5	U 100/50/5	w			
+1.350			10,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	650	4.000
			20,0	U 100/50/5	s	20	900	4.000
			30,0	U 120/60/6	s	22	1.000	3.450

Cotes en mm, charges en kN

F2000 FE 19.xxx FE 23.xxx FE 26.xxx Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

T01 T31	**FE 19.xxx 4x2 BB (lame-lame)**							
Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 16+0,2	Longueur soudure	
≤ 5.700		≤ 3.200	≤ 30,0	pas de faux-châssis requis				
T02 T03 T32 T33 T62	**FE 19.xxx 4x2 BL / LL (lame-air / air-air)**							
≤ 3.800		≤ 2.000	≤ 30,0	pas de faux-châssis requis				
4.500	1.900	≤ 2.400	≤ 20,0	pas de faux-châssis requis				
			30,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	750	2.600
4.800	1.800	≤ 2.450	≤ 20,0	pas de faux-châssis requis				
			30,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	18	800	2.750
5.000	2.250	≤ 2.750	≤ 30,0	pas de faux-châssis requis				
5.200	3.000	≤ 2.850	≤ 30,0	pas de faux-châssis requis				
5.500	2.100	≤ 2.950	≤ 20,0	pas de faux-châssis requis				
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	750	3.200
5.700	2.750	≤ 3.200	≤ 20,0	pas de faux-châssis requis				
			30,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	16	750	3.200
6.600	3.650	≤ 3.800	≤ 10,0	pas de faux-châssis requis				
			15,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	10	500	3.800
			20,0	U 100/50/5	s	12	550	3.800
			30,0	U 100/50/5	s	16	750	3.800

Cotes en mm, charges en kN

F2000 FE 19.xxx FE 23.xxx FE 26.xxx

Type de liaison : **w** = assemblage souple **s** = assemblage rigide

T05 T35	**FE 23.xxx 6x2-2, 6x2-4 LL (air-air)**							
Empatte-ment	Porte-à-faux cadre série	Porte-à-faux max véh.	Charge utile hayon élévateur	Faux-châssis min.	Type de liaison	par côté de cadre ≥		Début depuis milieu 1er essieu ≤
						Alésage boulon Ø 16+0,2	Longueur soudure	
4.600	1.850	≤ 2.700	≤ 7,5	pas de faux-châssis requis				
+1.350			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	600	3.450
			15,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	750	3.450
			20,0	U 100/50/5	s	14	850	3.450
			30,0	U 120/60/6	s	22	1.000	3.450
4.800	2.000	≤ 2.850	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
+1350				U 100/50/5	s	10	550	3.550
			10,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	650	3.550
			15,0	U 100/50/5	s	14	750	3.550
			20,0	U 100/50/5	s	16	900	3.550
			30,0	U 120/60/6	s	22	1.000	3.550
5.000	1.800	≤ 3.000	≤ 7,5	U 160/70/7	w			
+1350				U 100/50/5	s	12	650	3.650
			10,0	U 100/50/5	s	12	700	3.650
			15,0	U 100/50/5	s	12	650	3.650
			20,0	U 120/60/6	s	20	900	3.650
			30,0	U 140/60/6	s	24	1.150	3.650
T06 T36 T07 T37	**FE 26.xxx 6x2-2, 6x2-4 BL (lame-air / air-air)**							
4.600		≤ 2.400	≤ 30,0	pas de faux-châssis requis				
+1.350								
4.800	2.000	≤ 2.500	≤ 20,0	pas de faux-châssis requis				
+1.350			30,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	800	3.550
5.000	2.200	≤ 2.700	≤ 20,0	pas de faux-châssis requis				
+1.350			30,0	U 100/50/5	s	16	850	3.650
5.700	2.700	≤ 3.200	≤ 10,0	pas de faux-châssis requis				
+1.350			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	650	4.050
			20,0	U 100/50/5	s	14	700	4.050
			30,0	U 100/50/5	s	16	900	4.050

Cotes en mm, charges en kN

Raccordement électrique

Les hayons élévateurs électrohydrauliques requièrent un dimensionnement soigneux de l'alimentation électrique. L'application des instructions figurant dans le chapitre 6 «Système électrique, conduites». des directives de carrosserie est supposée.
L'interface électrique pour le hayon élévateur doit de préférence être prévue départ usine (englobe les commutateurs, le témoin de contrôle, le blocage de démarrage et l'alimentation électrique du hayon élévateur). Un postéquipement est laborieux et exige une intervention dans le réseau de bord du véhicule qui ne doit être effectué que par des collaborateurs des points de service MAN, formés à cet effet. Le dispositif de sécurité de transport monté en usine doit être retiré. Le constructeur de carrosserie doit contrôler le câblage du hayon élévateur afin de vérifier sa compatibilité pour les véhicules MAN.
Pour le raccordement à l'interface Electrique pour le hayon élévateur, voir les figures suivantes.

Figure 94: Schéma de connexions supplémentaire du hayon élévateur pour L2000 et M2000L MAN-N° 85.99192-0228

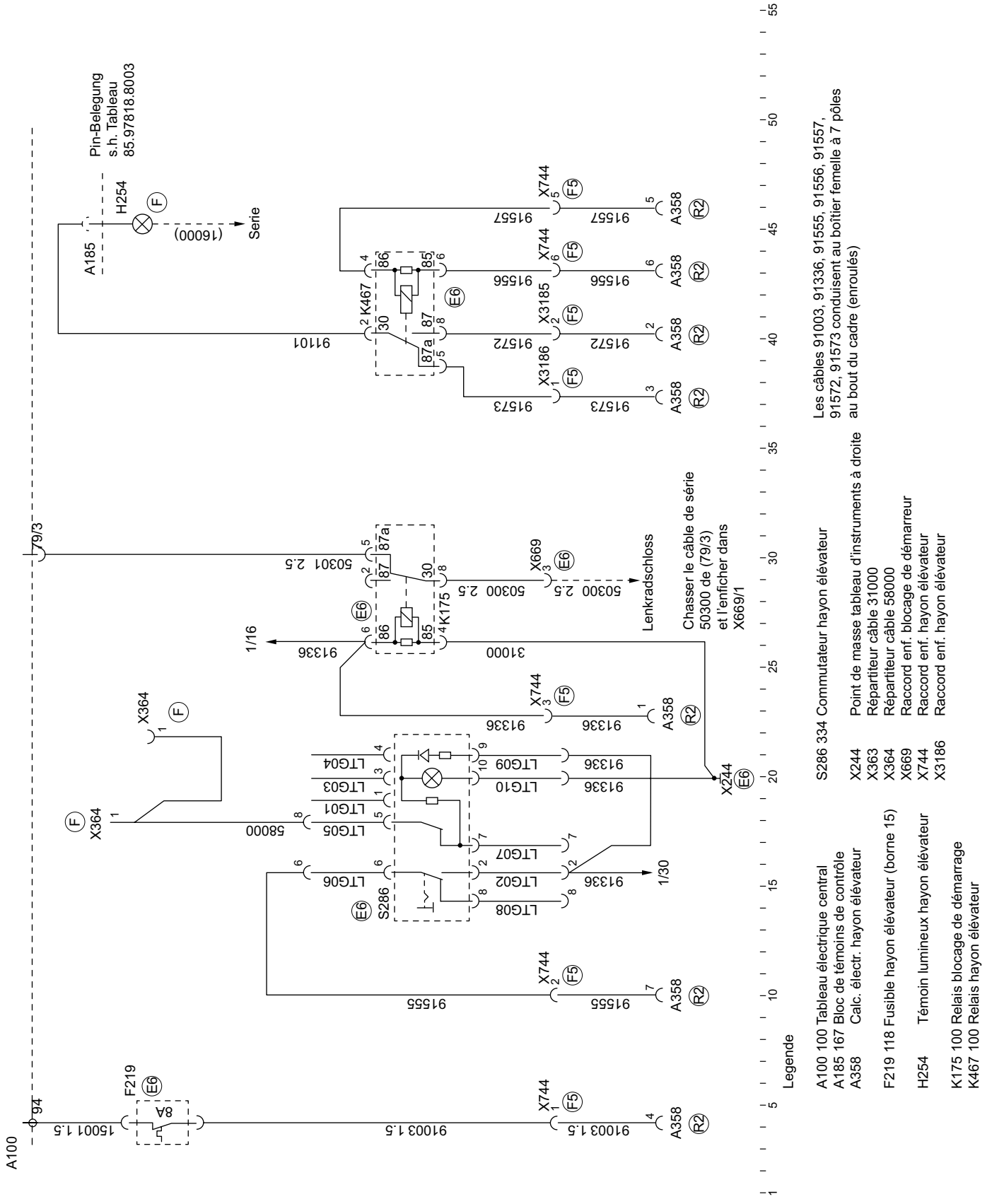
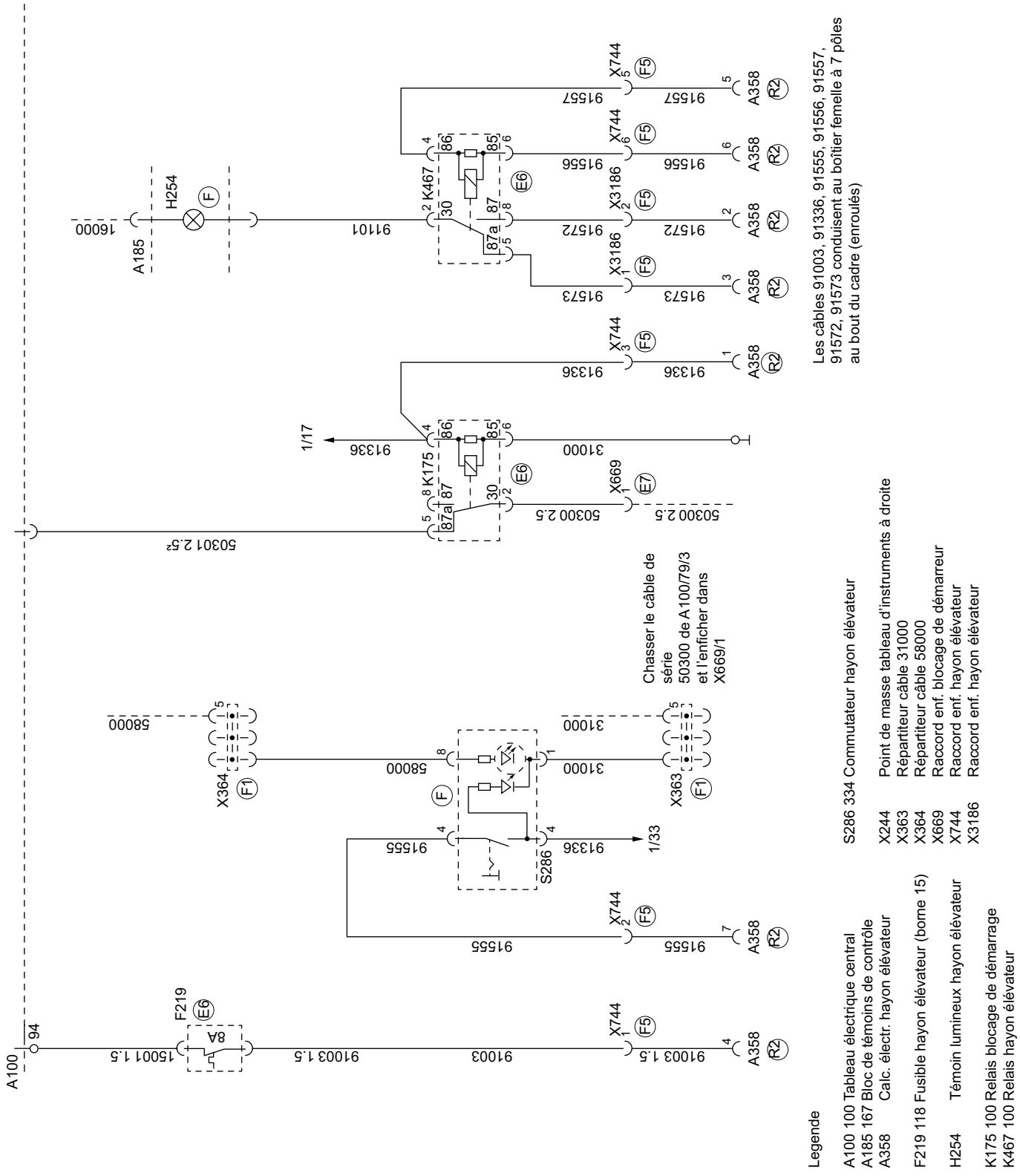


Figure 95: Schéma de connexions supplémentaire du hayon élévateur pour M2000M et F2000 MAN-N° 81.99192.1536



5.3.10 Treuils

Les points suivants sont décisifs en cas d'installation d'un treuil:

- force de traction
- emplacement
  - montage devant
  - montage central
  - montage arrière
  - montage latéral
- type d'entraînement
  - mécanique
  - électromécanique
  - électrohydraulique.

Des éléments du véhicule tels que les essieux, les ressorts, les cadres, etc. ne doivent en aucun cas subir des contraintes excessives en raison du fonctionnement du treuil. Tout spécialement si la traction du treuil dévie de l'axe longitudinal du véhicule.
Une limitation automatique de la traction en fonction du sens de celle-ci peut s'avérer indispensable.

En cas de montage avant, la traction maximale du treuil est limitée par la charge techniquement autorisée sur l'essieu AV.
La charge techniquement autorisée sur l'essieu AV figure sur la plaquette signalétique et dans les documents du véhicule.
Une conception du treuil avec des tractions supérieures à la charge techniquement autorisée sur l'essieu AV est interdite sans concertation préalable avec MAN, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »).
Il faut dans tous les cas veiller à un guidage impeccable du câble dont il faut réduire le plus possible les déflexions.
En même temps aucune pièce du véhicule ne doit être entravée dans son fonctionnement.

Un entraînement hydraulique est préférable car il offre de meilleures possibilités pour la régulation et le montage du treuil.
Tenir compte du degré de rendement de la pompe et du moteur hydraulique (voir aussi le chapitre «Calculs»).

Il faut vérifier si les pompes hydrauliques existantes, comme p. ex. celles d'une grue de chargement ou d'une benne, peuvent également être utilisées. Ce qui peut éventuellement éviter de devoir installer plusieurs prises de mouvement.

Tenir compte de la vitesse de rotation autorisée à l'entrée en cas de treuils mécaniques avec engrenage à vis sans fin (en règle générale < 2000 tr/min). Choisir en conséquence la démultiplication de la prise de mouvement.
Le faible degré de rendement de l'engrenage à vis sans fin doit être pris en compte lors de la détermination du couple minimale requis au niveau de la prise de mouvement.

Se reporter aux indications et remarques dans le fascicule „Circuit électrique, conduites“ en cas de treuils électromécaniques ou électrohydrauliques.

Pour les treuils à entraînement électromécaniques ou électrohydrauliques, il faut respecter les indications dans le chapitre 6 «Système électrique, système électronique, câbles».

Littérature:

- Directive de prévention des accidents pour les treuils, engins de levage et de traction (VBG-8)
- DIN 14584 Dispositifs de traction avec entraînement mécanique
- DIN 15020, Feuilles 1 et 2, Principes de base à observer pour les entraînements par câble
- DIN 31000 Configuration d'équipements techniques conformes à la sécurité et prescriptions - Principes directeurs généraux
- DIN 30001, Feuilles 1 et 2 Dispositifs de protection
- Fiche technique n° 9 de la Caisse de Prévoyance pour l'exploitation de véhicules « Mesures de sécurité en se servant de treuils à tambour actionnés par une force motrice ».

5.3.11 Malaxeurs à béton

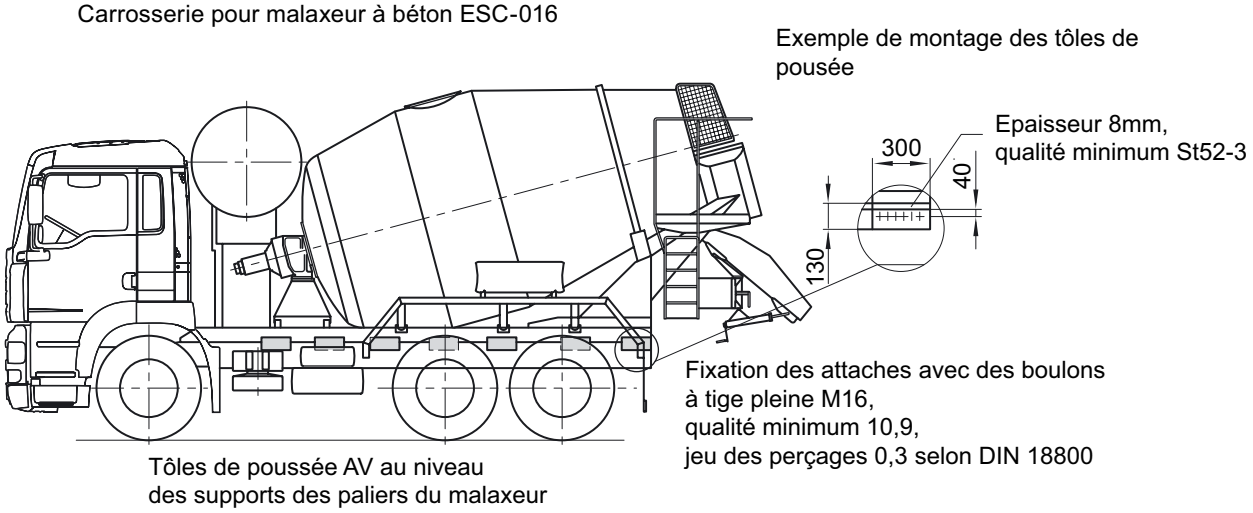
Afin de réduire la tendance au roulis, les châssis des malaxeurs à béton prêt à l'emploi doivent être équipés d'une barre stabilisatrice sur les deux essieux AR ainsi que de ressorts AR calculés pour un centre de gravité élevé du véhicule. La gamme de châssis MAN comprend des unités déjà préparées pour l'installation d'un malaxeur. Ceux-ci se reconnaissent aux lettres „**TM**“ (**T**ransport**m**ischer = malaxeur à béton prêt à l'emploi) p. ex. 32.364 VF-TM.

L'entraînement du malaxeur à béton est généralement assuré par la prise de mouvement au niveau du moteur = sortie de l'arbre à cames. Une prise de mouvement NMV de ZF asservie au moteur est également possible à condition toutefois de prévoir un équipement avec une boîte de vitesses ZF. Un montage ultérieur des deux prises de mouvements indiquées est très compliqué et n'est donc pas recommandé. Un entraînement au moyen d'un moteur séparé est préférable en cas d'équipement ultérieur.

La figure 96 montre un exemple de carrosserie recevant un malaxeur à béton. Il s'agit d'une installation rigide sur presque toute la longueur sauf au niveau de l'extrémité avant du faux-châssis, devant le logement du malaxeur. Les deux tôles AV de poussée doivent se trouver à la hauteur des supports AV des paliers du malaxeur. Les tôles de poussée sont déjà aux bons endroits en cas de châssis pour malaxeur départ usine - il est supposé en cas de montage ultérieur que les tôles de poussée seront disposées conformément aux règles indiquées ici et sur la base du châssis TM comparable. Des plans du châssis sont disponibles via notre système en ligne MANTED® ou peuvent être commandés par fax au service ESC (voir l'adresse / le numéro de fax en haut sous « Editeur »).

Les tapis convoyeurs à béton et les pompes à béton ne peuvent pas être montés directement sur les châssis de série pour malaxeurs. Non seulement il faut l'autorisation de MAN mais aussi celle du fabricant du malaxeur. Un faux-châssis d'une construction différente de celle du faux-châssis normalement destiné au malaxeur ou un renfort croisé à l'extrémité du cadre peut s'avérer nécessaire (comme pour les carrosseries avec une grue de chargement à l'arrière ; voir le paragraphe « Grue de chargement à l'arrière „ de ce chapitre). Une autorisation de MAN, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur ») (adresse voir fascicule „Adresses“) est absolument indispensable. Voir le paragraphe « Contrôle des carrosseries »“ de ce fascicule pour ce qui est des documents devant être transmis.

Figure 96: Carrosserie pour malaxeur à béton ESC-016



6. Circuit électrique, conduites

6.1 Introduction

L'évolution de la technique exigeant d'apporter à un rythme toujours plus rapide des modifications aux équipements électriques et électroniques, non seulement les directives concernant les carrosseries mais également les descriptions des interfaces et d'autres documents et sources d'informations continuent de décrire et de régler l'intervention des carrossiers sur les équipements électriques/ électroniques des véhicules industriels. On trouve les informations actuelles, c'est-à-dire dans MANTED®, service en ligne de MAN (www.manted.de).

6.2 Remarques concernant les manuels de réparation et les normes

Des informations détaillées concernant les différents systèmes se trouvent dans les manuels de réparation correspondants qu'on peut se procurer par l'intermédiaire du service des pièces détachées. Les équipements électriques, électroniques et les câbles installés dans un véhicule industriel sont conformes aux normes et aux directives nationales et européennes en vigueur. Il s'agit d'exigences minimales qui doivent être impérativement respectées. Dans certains secteurs, les normes MAN vont toutefois bien au-delà de ces directives et normes. Si nécessaire, on peut se procurer les normes MAN les plus récentes en vigueur auprès de la MAN Nutzfahrzeuge AG, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »).

6.3 Démarrage, démarrage par remorquage et fonctionnement

Le démarrage du moteur se fait selon la manière usuelle pour un diesel (voir Manuel du chauffeur).
La batterie doit toutefois être impérativement branchée si exceptionnellement le moteur doit être lancé en remorquant le véhicule.

- Un démarrage à l'aide d'un deuxième véhicule est autorisé à condition d'observer les instructions dans le Manuel du chauffeur (au moyen d'une prise ou de câbles).

Il est interdit d'avoir recours à:

- un chargeur rapide
- un appareil de démarrage.

Lorsque le moteur tourne:

- ne pas mettre le robinet coupe-batteries hors circuit
- ne pas desserrer ou démonter les bornes de la batterie ou les bornes polaires.

6.4 Traitement des batteries

Toutes les batteries ont besoin d'entretien y compris celles sensées ne pas exiger de maintenance, ce qui signifie uniquement qu'il n'est pas nécessaire de vérifier le niveau d'électrolyte. Toute batterie se décharge d'elle-même, si on ne la surveille pas, elle peut être endommagée du fait d'une décharge intense. D'où nécessité d'observer les points suivants durant les immobilisations, y compris la phase de mise en place de la carrosserie:

- Couper toutes les servitudes (p.ex. éclairage, éclairage intérieur, autoradio).
- Mettre toujours un disque dans le tachygraphe, le fermer et le régler sur la position „Durée du repos".
  La raison: consommation de courant mensuelle 19 Ah seulement sur la position de repos, mais 72 Ah si le couvercle est ouvert.
- Ne pas actionner le coupe-circuit de batterie (s'il y en a un), il ne déconnecte pas le tachygraphe du réseau de bord.
- Eviter de faire démarrer le moteur inutilement (p. ex. manœuvre), consommation jusqu'à 2 Ah à chaque démarrage.
- Mesure périodique sur chaque batterie de la tension de repos (au moins une fois par mois).
  Valeurs de référence : 12,6 V = complètement chargée ; 12,3 V = déchargée à 50 %

- Rechargement immédiat si tension de repos de 12,25 V ou moins (pas de chargement rapide).
- Les batteries des véhicules doivent être régulièrement rechargées selon la fiche et le calendrier jusqu'à ce que le véhicule soit remis au client.
- La tension de repos des batteries se stabilise environ 10h après le dernier chargement ou environ 1h après le dernier déchargement.
- Après chaque déchargement, attendre 1h avant la mise en service.
- Contrôler la tension de repos indépendamment de la durée d'immobilisation si la batterie a été très sollicitée, p. ex. suite à l'installation ou à la réparation d'un hayon élévateur suivie d'un contrôle du fonctionnement ou en cas de démarrages fréquents du véhicule sans rouler ensuite.
- si immobilisations supérieures à 1 mois: débrancher les batteries, toutefois ne pas oublier de mesurer la tension au repos.

Les batteries très déchargées (batteries avec formation de sulfate) ne sont plus couvertes par la garantie.

Il est interdit d'effecteur un raccordement à la borne négative de la batterie. Pour alimenter la masse, impérativement utiliser un câble séparé arrivant au point de masse. Le point commun de masse se trouve aux endroits ci-dessous dans les véhicules avec:

- Moteur D08 (L2000, M2000) sur le logement arrière gauche du moteur
- Moteur D28 (F2000, E2000) sur le logement arrière droit du moteur
- ou (pour tous les véhicules) derrière le tableau électrique central ou l'instrumentation.

L'alimentation électrique ($+U_{BAT}$) des organes et des commandes côté carrosserie peut être prélevée sur les batteries au moyen d'un câble protégé séparément et adéquatement. Il est interdit de prélever le courant uniquement sur une batterie 12 V du réseau de bord 24 V (voir également le paragraphe 6.6 « Fusibles de sécurité, puissance pour les consommateurs supplémentaires »).

Tous les camions MAN sont équipés d'alternateurs triphasés. En cas de soudages à l'arc, tenir compte des remarques dans le chapitre « Modification du châssis », paragraphe « Soudage sur le cadre », les raccords négatif et positif de la batterie doivent être déconnectés avant de commencer le soudage et les extrémités détachées des câbles doivent être reliées entre elles. S'il y a un robinet coupe-batteries, le fermer (interrupteur mécanique) ou le shunter (interrupteur électrique). Des directives spéciales existent pour les véhicules avec un moteur à gaz naturel, voir le chapitre « Modification du châssis », paragraphe « Moteur à gaz ».

MAN a publié une « Information technique pour les carrossiers » consacrée aux batteries (N° 96-01-2-66).
On peut se la procurer auprès du service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »).

6.5 Schémas électriques supplémentaires et plans des câblages

Les schémas électriques supplémentaires et les plans des câblages qui renferment ou décrivent par exemple les pré-équipements pour les carrosseries sont disponibles chez MAN, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »).
Il appartient au carrossier de s'assurer que les documents qu'il utilise, les schémas électriques et les plans des faisceaux de câbles p. ex., sont conformes aux modifications apportées au véhicule. D'autres informations techniques figurent dans les Manuels de réparation.

6.6 Fusibles de sécurité, puissance pour les consommateurs supplémentaires

Impérativement observer ce qui suit en cas de montage ultérieur de consommateurs électriques:

- Il est interdit d'apporter des modifications de quelque nature que ce soit, mais tout spécialement du tableau électrique central du réseau de bord en place. Le carrossier est responsable en cas de dommages dus à de telles modifications.
- Le tableau électrique central ne comporte aucun fusible libre pouvant être utilisé par le carrossier.
- Les fusibles additionnels peuvent être fixés, si nécessaire, devant le tableau électrique central et à l'intérieur d'un support en plastique préalablement préparé.
- Toute dérivation sur le circuit existant de l'installation électrique de bord ou le raccordement d'autres utilisateurs à des fusibles déjà occupés est interdit.
- Chaque circuit électrique ajouté par le carrossier doit être suffisamment dimensionné et protégé au moyen de ses propres fusibles. Le dimensionnement du fusible doit garantir la protection du câble et pas celle du système qui y est couplé. Ces systèmes électriques doivent garantir une protection suffisante contre tous les mauvais fonctionnements envisageables mais sans influencer l'installation électrique du véhicule
- Tenir compte de la chute de tension et de l'échauffement du conducteur lors du dimensionnement de la section de celui-ci. Veuillez éviter des sections inférieures à 1 mm2 en raison de leur trop faible résistance mécanique. Des câbles négatif et positif doivent avoir la même section minimale.
- Des prélèvements de courant pour des appareils de 12 V ne peuvent être réalisés que par l'intermédiaire de transformateurs de tension. Un prélèvement sur une seule batterie est interdit étant donné que les chargements irréguliers provoqueraient un chargement excessif de l'autre batterie et l'endommagerait.
- Les groupes et les organes additionnels entraînés électriquement exigent éventuellement des batteries d'une capacité supérieure. Un alternateur plus puissant peut s'avérer indispensable éventuellement. La section des câbles de raccordement de la batterie doit être adaptée au nouveau prélèvement de puissance. Ces groupes et organes sont disponibles départ usine déjà dans la majorité des cas. Un montage ultérieur est possible.

Dans les cas suivants, prévoir en particulier pour la batterie et l'alternateur la capacité et la puissance maxi possibles:

- équipement avec hayon élévateur électrohydraulique
- montage d'un ralentisseur électromagnétique.

6.7 Nature des conducteurs électriques et des relais pouvant être utilisés

Seuls des conducteurs et des relais électriques conformes à la norme MAN M3135 et au Cahier des charges MAN « Relais pour véhicules industriels » sont installés dans les véhicules industriels MAN. Si nécessaire, ces documents peuvent être fournis par le service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »). La norme internationale ISO 6722 sur les « Câbles basse tension sans protection » pour les véhicules routiers doit être respectée.

6.8 Système d'éclairage

L'autorisation partielle de mise en circulation selon la directive européenne 76/756/CEE y compris modification 97/28/CE expire en cas de modification apportée à l'équipement technique diffusant de la lumière (système d'éclairage). Ceci est tout particulièrement le cas si la disposition du système d'éclairage change de dimension ou si un feu est remplacé par un autre alors que celui-ci ne figure pas dans l'autorisation partielle de mise en circulation.

Les véhicules dont la longueur hors tout dépasse 6 m doivent être équipés de feux latéraux conformément à la directive ci-dessus. Une livraison départ usine est également possible pour les châssis. Les feux latéraux peuvent également être livrés avec une fixation provisoire au niveau du cadre si aucun dispositif de protection latéral n'a été commandé. Les cotes de montage indiquées dans la directive doivent être respectées.

Le réglage de base des projecteurs doit être revu et modifié une fois la carrosserie installée. Ce qui doit être effectué directement au niveau des projecteurs même sur les véhicules dotés d'une régulation de portée des projecteurs. En se basant sur le pourcentage d'éblouissement des feux de croisement indiqué sur la plaquette signalétique et contrôlée (avec appareil de réglage p. ex.) comparer la valeur relevée et la régler si nécessaire. Si des projecteurs ont été relevés ou abaissés, la correction du pourcentage d'éblouissement et de la plaquette signalétique doit être effectuée d'après la directive CEE susmentionnée.

6.9 Déparasitage

Le degré de déparasitage dépend du mode d'utilisation du véhicule. Les directives à ce sujet diffèrent d'un pays à l'autre. L'installation doit être déparasitée en choisissant des moyens appropriés.

Des moyens de déparasitage appropriés peuvent être p. ex.

- résistances de déparasitage
- condensateurs et bobines de self et/ou filtres de déparasitage
- câbles et raccords spéciaux
- blindage étanche aux hautes fréquences.

Tenir compte également des diverses classes de déparasitage, p. ex. du déparasitage de près et de loin.

En Allemagne les directives à suivre figurent dans DIN 57879/VDE 0879, Partie 1 et StVZO § 55a.

6.10 Compatibilité électromagnétique

La compatibilité électromagnétique doit être contrôlée en raison de l'interaction entre les divers composants électriques des systèmes électroniques, le véhicule et l'environnement. Tous les systèmes des véhicules industriels MAN sont conformes aux exigences de la norme MAN M3285 (EMV = CEM).

Brochures:

- Norme MAN M3285 (disponibles auprès de MAN, service ESC - voir l'adresse en haut sous « Editeur ».
- Directive européenne 72/245/CEE avec complément 95/54/CE.

Contrôler la compatibilité électromagnétique en cas d'installation ultérieure de composants électriques ou électroniques. A partir de 2002, la directive 72/245/CEE avec complément 95/54/CE constituera dans toute l' Union Européenne l'exigence minimum pour tous les groupes et organes électriques/électroniques du réseau de bord d'un véhicule.

Les véhicules de MAN sont livrés conformément aux exigences de la directive 72/245/CEE y compris le complément 95/54/CE. Tous les appareils (définition des appareils selon 89/336/CEE) installés sur le véhicule par le carrossier doivent être en conformité avec les directives légales en vigueur. Le carrossier est responsable de la compatibilité électromagnétique de ses composants ainsi que de son système et de ses interactions avec d'autres systèmes. Après le montage de tels systèmes ou composants, le carrossier est responsable du fait que le véhicule doit encore être conforme aux règlements actuellement en vigueur. Les équipements radio, une radiocommande p. ex. pour les fonctions de la carrosserie ne doit en rien influencer les fonctions du véhicule industriel.

6.11 Interfaces sur le véhicule

Les interfaces (p. ex. régulation des régimes intermédiaires) mises à disposition par MAN se trouvent sur les véhicules suivants:

- F2000, E2000 et M2000M: à l'extérieur de la cabine derrière le volet avant côté passager
- L2000 et M2000 L: dans la cabine côté passager sous le TEC (tableau électrique central).

Toutes les interfaces du véhicule sont décrites dans les informations à cet effet destinées aux carrossiers. Elles peuvent être demandées à MAN, service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »).

6.12 Pré-équipements pour la carrosserie

Si un véhicule est commandé avec des pré-équipements pour la carrosserie (p. ex. un dispositif de démarrage/d'arrêt à l'extrémité du cadre) ceux-ci sont alors installés départ usine et partiellement raccordés. Le carrossier doit alors se servir des schémas électriques et des plans des faisceaux de câbles correspondants. MAN met en place des protections pour le transfert du véhicule jusque chez le carrossier. Celles-ci doivent ensuite être retirées selon les règles de l'art afin que le système puisse fonctionner correctement.

6.13 Réglage des paramètres spécifiques du client avec MAN-cats®

MAN-cats® est le nom de l'outil standard MAN pour le diagnostic et le paramétrage des systèmes électroniques du véhicule.
La modification des paramètres spécifiques du client (p. ex. régimes intermédiaires) est effectuée au moyen du MAN-cats®.
Le système MAN-cats® existe dans toutes les succursales MAN et dans tous les ateliers agréés MAN. Si le carrossier ou le client peut transmettre à MAN Vente, dès la mise au point du contrat, les paramètres spécifiques souhaités par le client, ceux-ci sont alors déjà installés dans le véhicule à l'usine par la programmation EOL (EOL = end of line, programmation en bout de chaîne).
Il faut ensuite avoir recours au système MAN-cats®, si ces paramètres doivent être modifiés.

6.14 Câble de masse

Dans le cas des véhicules MAN on ne se rabat pas sur le cadre pour s'en servir comme câble de masse mais conjointement au câble positif on tire un câble de masse spécifique jusqu'au consommateur d'électricité. Les consommateurs additionnels tels que les hayons élévateurs p. ex. doivent donc être équipés d'un câble de masse allant du consommateur jusqu'au point commun de masse.

Les points communs de masse se trouvent aux endroits suivants:

- derrière le tableau électrique central
- derrière l'instrumentation
- au niveau du support arrière droit dans le cas des moteurs D28 (F2000, E2000) ou au niveau du support arrière gauche dans le cas des moteurs D08 (M2000, L2000).

Au total, il ne faut pas prélever plus de 8 à 10 A à partir des points communs de masse derrière le tableau électrique central ou l'instrumentation. Les allume-cigares et les éventuelles prises additionnelles possèdent leurs propres limitations de puissance lesquelles sont indiquées dans le manuel du chauffeur. Si la puissance requise est plus élevée, il faut vérifier la résistance des câbles en se basant sur l'équipement du véhicule ou tirer un câble de masse jusqu'au point commun sur le support correspondant du moteur. Le carter des moteurs monopolaires des organes/groupes extérieurs peut être raccordé par un câble de masse au point commun de masse sur le support correspondant du moteur afin d'éviter d'éventuels endommagements au niveau des pièces mécaniques ou de l'installation électrique lors de l'enclenchement du démarreur.

Le coffre à batteries de tous les véhicules comporte une plaquette indiquant expressément que le cadre du véhicule n'est pas raccordé à la borne négative de la batterie.

6.15 Conduites électriques et pose

Principes à observer lors de la pose des conduites:

- Il est interdit de poser les conduites sans les attacher, utiliser les possibilités prévues pour la fixation et/ou des conduites.
- Les gaines annelées pour faisceaux de câblage sont attachées à l'intérieur du cadre à des consoles en plastique et à proximité du moteur sur des glissières préalablement préparées en se servant de liens crantés ou y sont fixées selon une technique faisant appel à des clips.
- Ne jamais fixer plusieurs conduites avec un seul collier.
- N'utiliser que des conduites PA (PA = polyamide) selon DIN 74324 Partie 1 ou selon la norme MAN M3230 Partie 1 (extension de DIN 74324 Partie 1).
- Ajouter 1 % à la longueur posée des conduites PA (correspond à 10mm par mètre de câble) du fait que les conduites en plastique se rétractent au froid et compte tenu du fait que le fonctionnement doit être assuré jusqu'à -40°C.
- Les conducteurs électriques ne doivent pas former un faisceau avec les conduites transportant du carburant ou les conduites de frein et doivent être protégés contre la chaleur et les frottements.
- Les connecteurs doivent être raccordés de manière que la sortie d'un conducteur ne soit pas orientée vers le haut.
- Ne pas modifier les raccordements électriques de série, y compris ceux à la masse. Avoir recours à des connecteurs protégés contre l'humidité conformes aux normes usine MAN en cas de modification de la longueur des conducteurs ou de pose de conducteurs ou conduites supplémentaires. Après la pose, les raccords doivent être chauffés afin qu'ils rétrécissent et deviennent étanches à l'eau. Il est possible de se procurer des raccords bout à bout et des éléments de dérivation protégés contre l'eau en s'adressant au service des pièces de rechange MAN.
- Les découpes déjà prévues dans la cabine des véhicules MAN doivent être utilisées par le carrossier pour faire passer les faisceaux de câblage de la zone humide dans la zone sèche. L'étanchéité obtenue grâce aux mesures prises précédemment par MAN ne doit en aucun cas avoir un effet négatif sur l'étanchement.
- Le diamètre des gaines annelées utilisées doit être adapté au faisceau de câblage placé à l'intérieur de celle-ci, compte tenu du fait que l'isolation des fils peut s'ouvrir suite à un frottement contre la paroi intérieure d'une gaine annelée trop grande.
- La longueur des conducteurs électriques doit être adaptée aux nouvelles conditions dans le cas de modification de la position de montage des composants électriques ou électroniques. Si les câbles ont de petites surlongueurs, il faut alors les compenser au moyen d'une pose adéquate (choisir un cheminement plus long). Ne jamais régler le problème des surlongueurs en les enroulant sur elles-mêmes ou en faisant des boucles ceci afin d'éviter un éventuel « effet d'antenne » des câbles.
- Avoir recours à un trou déjà existant s'il faut passer d'un côté du cadre à l'autre lors de la pose des câbles.
- Un trou supplémentaire ne doit être prévu que s'il n'y a vraiment aucune autre possibilité.

7. **Prise de mouvement** → voir le fascicule séparé

8. Freins, conduites

Les freins comptent parmi les composants les plus importants pour la sécurité du camion. Seul du personnel spécialement formé a le droit de modifier l'ensemble des freins y compris les conduites. Un contrôle visuel, auditif, du fonctionnement et de l'efficacité de l'ensemble du système de freinage est indispensable après chaque modification.

8.1 Conduites de frein et d'air comprimé

Toutes les conduites arrivant au frein à accumulateur à ressort doivent résister à la corrosion et à la chaleur conformément à DIN 14502 Partie 2. On trouvera ci-dessous à nouveau les principes les plus importants devant être observés lors de la pose des conduites d'air.

8.1.1 Principes de base

- Les tuyaux en polyamide (=tuyaux PA) doivent absolument être:
  - écartés des sources de chaleur
  - posés sans frotter nulle part
  - ne pas subir de tensions
  - et être posés sans être coudés.
- Seuls des tuyaux PA selon la norme MAN M3230 Partie 1 peuvent être utilisés. Ces tuyaux comportent tous les 350mm - conformément à la norme - un numéro commençant par M3230.
- Entre le compresseur d'air et le dessiccateur d'air ou le régulateur d'air, des tuyaux en acier inox sont prescrits.
- En cas de soudage, déposer les conduites pour les protéger, voir aussi le chapitre « Modification du châssis », paragraphe « Soudage sur le cadre ».
- Effets thermiques : tenir compte de l'accumulation de chaleur dans les zones encapsulées. Les conduites ne doivent en aucun cas entrer en contact avec des tôles de protection contre la chaleur (écart minimum par rapport aux tôles de protection contre la chaleur ≥ 100mm, par rapport à l'échappement ≥ 200mm).
- En raison d'un dégagement possible de chaleur, les tuyaux PA ne doivent pas être fixés à des tuyaux ou des supports métalliques reliés aux organes suivants :
  - moteur
  - compresseur d'air
  - chauffage
  - radiateur
  - système hydraulique.

8.1.2 Connecteurs, passage au système Voss 232

Seuls des connecteurs selon le tableau 37 sont autorisés pour les conduites de frein / d' air. Les normes indiquées fournissent des indications détaillées pour la mise en œuvre et doivent impérativement être appliquées lors du montage des conduites et des organes pneumatiques. Les carrossiers peuvent se procurer les normes MAN indiquées en s'adressant au Service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur ». A commencer par la série TG-A, toutes les séries ont adopté depuis avril 2000 le système enfichable Voss 232 dont les différences par rapport au système 230 sont expliquées ci-après.

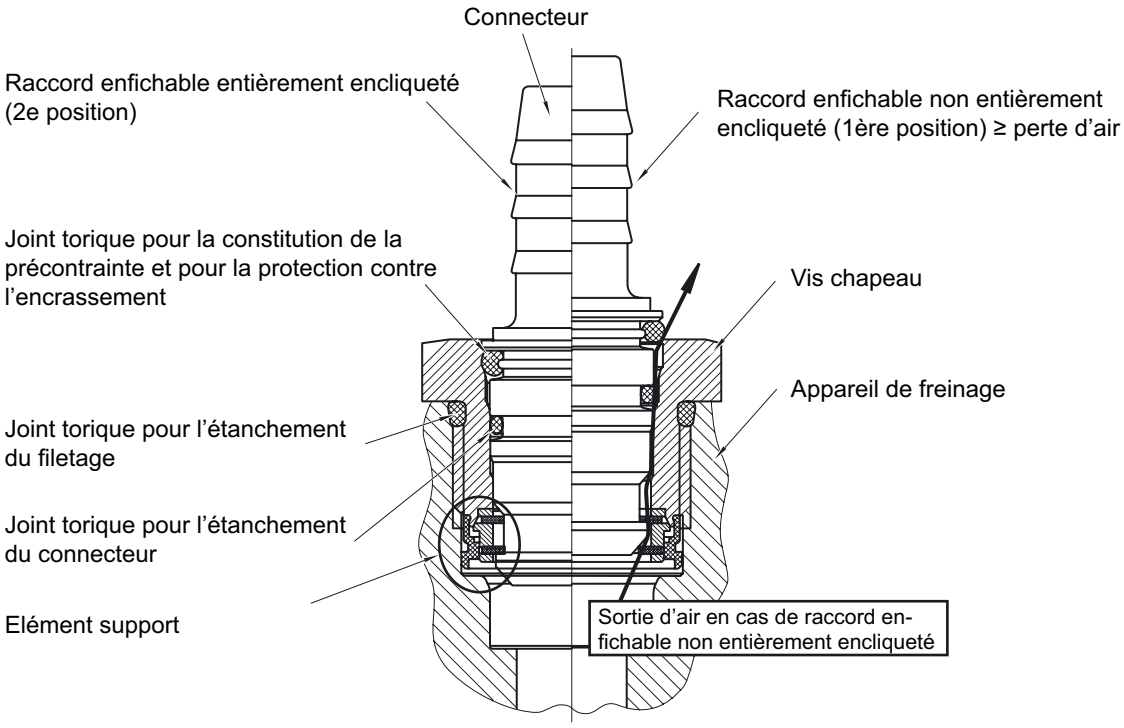
Tableau 37: Systèmes de raccordement Voss et domaine d'utilisation, traitement des connecteurs du système Voss (voir aussi la figure 97 pour le fonctionnement et les éléments):

Systèmes de raccordement	Norme MAN	Domaine d'utilisation
Voss 203	M3061 partie 3	Alimentation en air pour petits tuyaux 4x1 et 6x1, sur tous les types
Voss 230	M3061 partie 2	Alimentation en air des L2000, M2000L, M2000M, F2000, E2000
		sera remplacé à partir d'avril 2000 par le Voss 232
Voss 232	M3298	Alimentation en air de la série TGA, **toutes les séries adopüteront le Voss 232 à partir d'avril 2000**

Les système a deux positions d'encliquetage. Si le connecteur est seulement encliqueté à la première position, la connexion en cas de système 232 est volontairement non étanche et un encliquetage incorrect du connecteur se remarque immédiatement grâce au bruit généré.

- Le système doit être hors pression lors du desserrage de la vis chapeau.
- Après le desserrage de la liaison connecteur / vis chapeau, la vis chapeau doit être remplacée étant donné que l'élément support est détruit lors du desserrage.
- D'où la nécessité de retirer la vis chapeau pour desserrer la liaison entre une conduite et un organe. Le tuyau en plastique constitue, conjointement au connecteur, à la vis chapeau et à l'élément de maintien une unité pouvant être réutilisée. Seul le joint torique assurant l'étanchéité du filetage (voir la figure 92) doit être remplacé par un neuf (il faut graisser le joint torique et nettoyer la vis chapeau).
- L'unité de liaison enfichable décrite ci-dessus doit être bien serrée à la main dans l'organe et puis bloquée avec 12 ± 2Nm dans le métal ou avec 10 + 1Nm dans la matière plastique.

Figure 97: Voss System 232, principe de fonctionnement ESC-174


Connecteur
Raccord enfichable entièrement encliqueté (2e position)
Raccord enfichable non entièrement encliqueté (1ère position) ≥ perte d'air
Joint torique pour la constitution de la précontrainte et pour la protection contre l'encrassement
Vis chapeau
Appareil de freinage
Joint torique pour l'étanchement du filetage
Joint torique pour l'étanchement du connecteur
Elément support
Sortie d'air en cas de raccord enfichable non entièrement encliqueté

- La vis chapeau de l'organe doit également être remplacée si les connecteurs existants du système 230 Voss sont remplacés par le système 232 Voss. Impérativement retirer l'élément élastique du système 230 s'il est encore dans l'organe afin de pouvoir utiliser ensuite sans problème la vis chapeau selon système 232.
- La vis chapeau du système 232 doit être remplacée par une vis chapeau du système 230 si un connecteur du système 230 doit être inséré dans une unité de liaison du système 232.

8.1.3 Pose et fixation des conduites

Principes de base de la pose des conduites:

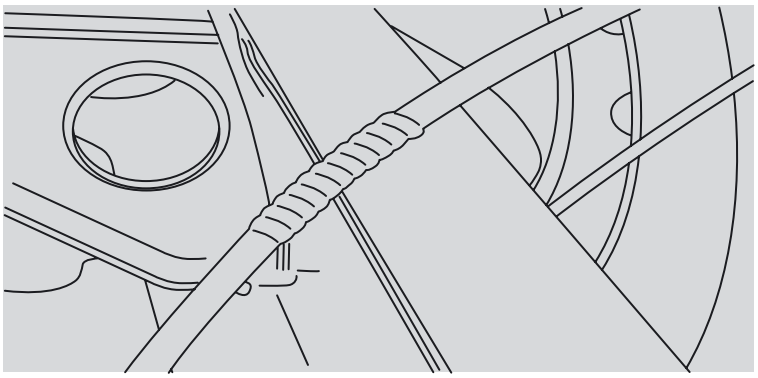
- Il est interdit de poser les conduites sans les attacher, utiliser les possibilités prévues pour la fixation et/ou des tubes.
- Ne pas chauffer les tuyaux en matière plastique lors de la pose, même s'ils doivent décrire des arcs.
- Lors la fixation des tuyaux PA, il faut veiller à ne pas les tordre.
- Mettre un collier au début de l'arc et un autre à la fin de celui-ci ou un serre-câble devant et un serre-câble derrière s'il s'agit de faisceaux de tuyaux.
- Les gaines annelées pour faisceaux de câblage sont attachées à l'intérieur du cadre à des consoles en plastique et à proximité du moteur sur des glissières préalablement préparées, à l'aide d'attaches à crans ou y sont fixées par encliquetage.
- Ne jamais fixer plusieurs conduites avec un seul collier.
- Seuls des tuyaux PA (PA = polyamide) selon la DIN 74324 partie 1 ou la norme M 3230 partie 1(extension de DIN 74324 partie 1) peuvent être utilisés .
- Pour les tuyaux PA, ajouter à la longueur posée 1% (correspond à 10mm par mètre de câble) étant donné que les tuyaux en matière plastique se contractent en cas de froid et qu'ils doivent être utilisables jusqu'à -40°C.
- Seuls des connecteurs selon le tableau 37 sont autorisés pour les conduites de frein / d' air. Les normes indiquées fournissent des indications détaillées pour la mise en œuvre et doivent impérativement être appliquées pour les dispositifs de freinage. On peut se procurer les normes MAN auprès du service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »).

Tableau 38: Système de raccordement Voss et domaine d'utilisation

Système de raccordement	Norme MAN	Domaine d'utilisation
Voss 230	M3061 partie 2	Alimentation en air L2000, M2000L, M2000M, F2000, E2000
Voss 232	M3298	Alimentation en air TGA
Voss 203	M3061 partie 3	Alimentation en air pour pour petits tuyaux 4x1 et 6x1, tous les types

- Il est interdit de chauffer les tuyaux lors de la pose.
- Pour raccourcir les tuyaux en matière plastique, il faut utiliser une pince découpeuse spéciale et non pas les scier car cela entraînerait la formation d'ébarbures à la surface de coupe et de copeaux dans le tuyau.
- Il n'y a pas de problèmes si les conduites PA sont contre les bords du cadre ou dans les ouvertures de celui-ci. Un aplatissement minimal au niveau de la conduite PA (profondeur 0,3mm max.) peut être toléré aux points de contact. Des traces de frottement similaires à des entailles sont toutefois interdites.
- Le contact des conduites PA entre elles est autorisé. Un aplatissement minimal est généré aux points de contact.
- Il est permis de regrouper parallèlement (pas en croix) des conduites/tubes PA et de les attacher avec des liens crantés, les conduites en PA et les gaines annelées doivent être attachées ensemble mais sans les mélanger. Tenir compte de la limitation de la mobilité due à l'effet de raidissement.
- Ne pas couvrir les bords du cadre avec une gaine annelée ouverte en longueur car le tuyau PA est attaquée aux points de contact avec la gaine annelée.
- Des appuis ponctuels au niveau des bords découpés du cadre peuvent être protégés au moyen d'une „spirale de protection" (voir la figure 98).
  La spirale de protection doit maintenir le tuyau à protéger rigide dans ses spires (exception: conduites PA Ø ≤ 6mm).

Figure 98: Spirale de protection sur tuyau PA



- Tout contact entre les conduites PA et gaines annelées PA avec des alliages d'aluminium (p. ex. réservoir en aluminium, pot de filtre à carburant) n'est pas autorisé du fait que les alliages d'aluminium s'usent mécaniquement (risque d'incendie).
- Les conduites pulsées qui se croisent (p. ex. carburant) ne doivent pas être attachées ensemble au point de croisement avec une attache à crans (risque d'abrasion par frottement).
- Aucune conduite ne doit être fixée par encliquetage sur les conduites d'injection et les conduites en acier d'alimentation en carburant pour le dispositif de démarrage à flamme (risque d'abrasion par frottement, risque d'incendie).
- Les conduites posées pour la lubrification centralisée et les conducteurs de capteurs de l'ABS ne doivent être fixées aux conduites pneumatiques qu'avec une entretoise caoutchouc.
- Rien ne doit être encliqueté sur les flexibles de liquide de refroidissement et hydrauliques (p. ex. direction) (risque d'abrasion par frottement).
- Les câbles du démarreur ne doivent en aucun cas être attachés avec des conduites de carburant ou d'huile étant donné que l'absence de frottement pour le câble du pôle positif est une règle absolue!
- Effets de la chaleur : ne pas oublier l'accumulation de chaleur dans les zones encapsulées. Le contact des conduites avec écrans de protection thermique est interdit (distance minimale des écrans de protection thermique ≥ 100mm, de l'échappement ≥ 200mm)
- Les conduites métalliques sont pré-stabilisées et ne doivent être ni pliées, ni montées de sorte qu'elles se plient en cours de fonctionnement.

Les principes suivants doivent être observés en cas de passage des conduites si les organes/composants sont réciproquement mobiles:

- La conduite doit suivre sans aucun problème le mouvement de l'organe, d'où la nécessité de veiller à ce qu'il y ait suffisamment d'espace libre par rapport aux pièces mobiles (compression des ressorts et débattement, angle de braquage, basculement de la cabine). Les conduites ne doivent pas s'allonger.
- S'agissant de la position fixe nécessaire au serrage, le point initial et le point final du mouvement doivent être très exactement définis. La conduite PA ou la gaine annelée doit être solidement maintenue à cet endroit au moyen d'une attache à crans aussi large que possible ou à l'aide d'un collier adapté au diamètre de la conduite.
- En cas de pose d'une conduite PA et d'une gaine annelée au même point, d'abord fixer la conduite PA qui est plus rigide. La gaine annelée qui est plus souple doit être fixée sur la conduite PA par attache à crans.
- Une conduite supporte des mouvements transversaux par rapport au sens de la pose ce qui implique toutefois que l'écart entre les points de serrage soit suffisant (règle générale : l'écart entre les points de serrage doit être égal à ≥ 5 fois l'amplitude du mouvement devant être neutralisée).
- Le meilleur moyen de neutraliser des mouvements de forte amplitude consiste à prévoir une pose en forme de U et un mouvement le long des branches du U:

Formule de base pour la longueur minimale de la bouche du mouvement:
longueur mini de la boucle du mouvement = 1/2 • amplitude du mouvement • rayon mini • π

Les rayons minimaux suivants doivent être respectés dans le cas des conduites PA (il est indispensable de définir très exactement le point initial et le point final du mouvement étant donné que ceux-ci servent de position fixe pour le serrage):

Tableau 39: Rayons minimaux des conduites PA

Ø nominal [mm]	4	6	9	12	14	16
Rayon ≥ [mm]	20	30	40	60	80	95

- Pour la fixation des conduites, utiliser des colliers en matière plastique, respecter la distance maximale entre les colliers selon le tableau 40.

Tableau 40: Distance maximale entre les colliers en fonction de la taille du tuyau

Taile du tuyau	4x1	6x1	8x1	9x1,5	11x1,5	12x1,5	14x2	14x2,5	16x2
Distance entre les colliers [mm]	500	500	600	600	700	700	800	800	800

8.1.4 Perte d'air comprimé

Les installations à air comprimé ne peuvent pas avoir un degré de rendement de 100 %, ne serait-ce qu'en raison de faibles fuites souvent inévitables malgré une conception consciencieuse. La question est de savoir quelle perte d'air comprimé est inévitable et laquelle est trop importante. Disons, pour simplifier, qu'il faut éviter toute perte d'air comprimé entraînant l'impossibilité de partir immédiatement après le lancement du moteur dans les 12 heures qui suivent l'arrêt du véhicule. Deux méthodes différentes pour savoir si une perte d'air est inévitable ou non en découlent:

- Dans les 12 heures qui suivent le remplissage jusqu'à la pression de coupure, la pression ne doit pas être < à 6 bars dans aucun des circuits. Le contrôle ne doit pas être effectué avec des cylindres de frein à ressorts ventilés, c'est-à-dire avec frein d'immobilisation enclenché.
- La pression doit être retombée au maximum de 2 % dans le circuit objet du contrôle dans les 10mn qui suivent le remplissage jusqu'à la pression de coupure.

Si la perte d'air est plus importante que celle décrite ci-dessus, il y a une fuite non admissible qui doit être arrêtée.

8.2 Raccordement des consommateurs auxiliaires

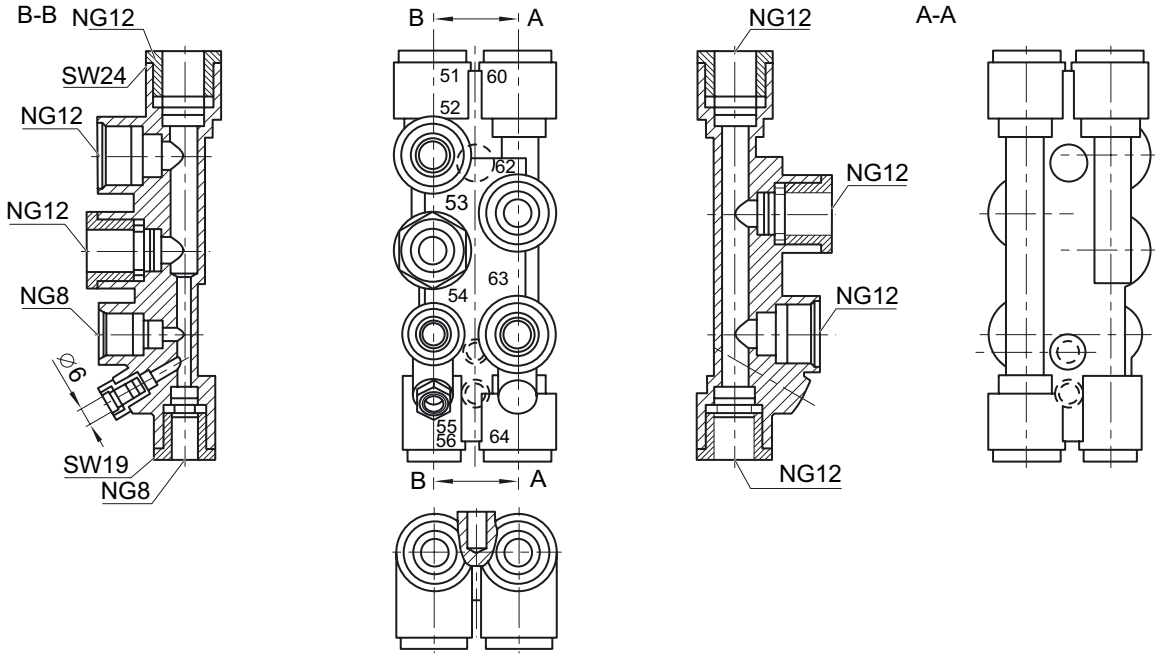
L'air comprimé pour les consommateurs auxiliaires ne doit être prélevé que de la conduite arrivant au raccord 24 de la valve de protection à quatre circuits (repère n° G4.X dans les schémas fonctionnels, voir figures 100 et 101). Une soupape de barrage doit être prévue pour chaque consommateur additionnel mais pas pour l'actionnement de l'air comprimé d'un frein continu supplémentaire, voir chapitre 8.4 « Freins continus ».

MAN raccorde aussi ses propres consommateurs auxiliaires au raccord 24 de la valve de protection à quatre circuits, voir le tableau 41. On dispose alors d'un coupleur/répartiteur (figure 99) au raccord 52 duquel on relie les consommateurs d'air côté carrosserie.
Il est interdit de se servir des raccords 61, 62, 63 et 64 du répartiteur étant donné que ceux-ci sont réservés aux freins de service.
Obturer les raccords non utilisés de façon à les rendre parfaitement étanches (se servir des vis d'obturation / des connecteurs d'obturation du système Voss concerné).

Tableau 41: Répartiteur à dix raccords

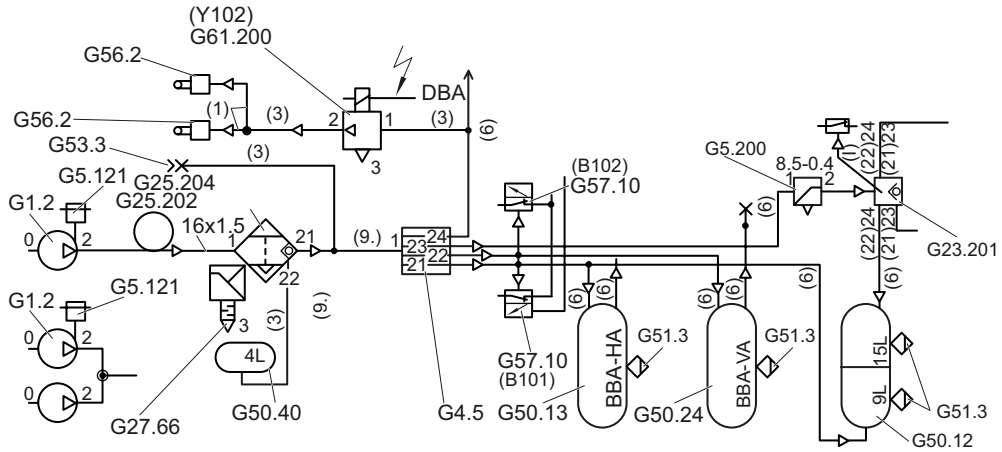
Répartiteur cf.	Domaine d'utillisation	Dimension nominale (NG) Connecteurs Voss	Circuit d'air comprimé Raccord
51	Boite de vitesses, embrayage, ralentisseur secondaire	NG12	Circuit IV Raccord 24
52	Servitudes côté carrosserie	NG12	
53	Alimentaion valve protect. 4 circ. raccord 24	NG12	
54	Dispositif d'attelage, autres sorties	NG8	
55	Suspension pneumatique de cabine, autres sorties si véhicules sans cabine à suspension pneumatique	Tuyau filetage 9mm DIN 74324 / DIN 73378	
56	Actionnement du frein moteur	NG8	
61	Réservé pour le circuit de freinage 1 Ne jamais raccorder des servitudes	NG12	Circuit I Raccord 21
62		NG12	
63		NG12	
64		NG12	

Figure 99: Coupleur-répartiteur pour air comprimé à 10 raccords ESC-175



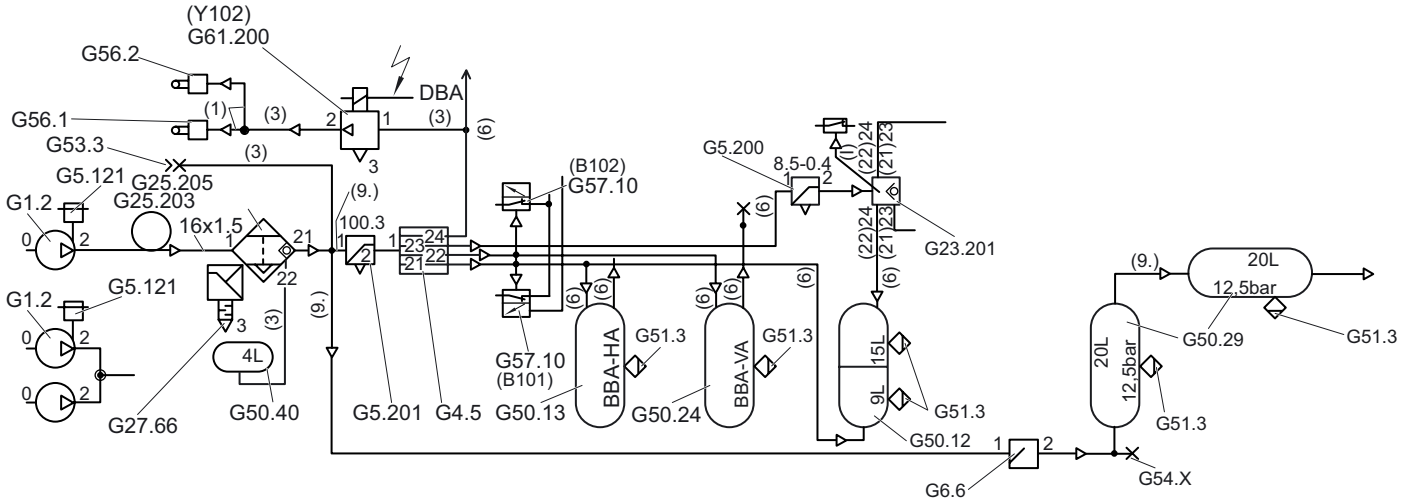
Les figures 100 et 101 montrent des extraits des schémas fonctionnels des freins, le raccord pour les consommateurs côté carrosserie étant identifié par l'indication „autres consommateurs".

Figure 100: Extrait du schéma fonctionnel des freins avec suspension à ressorts à lames ESC-176



REGULATEUR DE PRESSION		Valve de protect. des 4 circuits	1	2	3	4
Pression de coupure (bars)	10 ± 0,2	Pression de sécurité (bars)	6,9 - 0,3		7,0 - 0,3	6,9 - 0,3
Ecart de réglage (bars)	1 + 0,5	Pression de fermeture (bars)	stat. ≥ 4,5 / dyn. ≥ 5,0			

Figure 101: Extrait du schéma fonctionnel des freins avec suspension pneumatique ESC-177



REGULATEUR DE PRESSION		Valve de protect. des 4 circuits	1	2	3	4
Pression de coupure (bars)	12,5 ± 0,2	Pression de sécurité (bars)	6,9 - 0,3		7,0 - 0,3	6,9 - 0,3
Ecart de réglage (bars)	1,3 + 0,7	Pression de fermeture (bars)	stat. ≥ 4,5 / dyn. ≥ 5,0			

8.3 Réglage du frein à dépendance automatique de charge (ALB)

Le frein à dépendance automatique de charge (ALB) est réglé départ usine en fonction du châssis considéré. Le réglage doit être vérifié après la pose de la carrosserie et si nécessaire être corrigé en fonction des valeurs figurant sur la plaque de l'ALB.

La référence de la pièce de rechange des ressorts AR doit figurer sur la plaque de l'ALB, s'il s'agit d'un véhicule avec un/des essieux AR à suspension à ressorts à lames. Il est indispensable de vérifier si le ressort AR et la référence de celui-ci sur la plaque de l' ALB sont identiques. Une autre plaque pour l'ALB et un nouveau réglage ne sont nécessaires qu'en cas de montage de ressorts AR ayant une autre caractéristique. L'installation à l'arrière d'organes augmentant la charge à vide du/des essieux AR, p. ex. grues de chargement, hayons élévateurs, etc. n'exige pas un nouveau réglage de l'ALB ou un remplacement de la plaque de celui-ci.

8.4 Freins continus

Les freins de roues montés dans le camion ne sont pas conçus en tant que freins continus étant donné qu'une utilisation prolongée (p. ex. dans de longues descentes) peut entraîner un dégagement excessif de chaleur. La conséquence est un freinage moins efficace, appelé « Fading ». C'est la raison pour laquelle la loi prescrit l'installation de freins continus à partir d'un certain poids total. Sur les camions de série il s'agit en l'occurrence du frein moteur, un frein à papillon sur l'échappement. MAN propose en outre un second frein-moteur, à savoir l' **EVB** (**E**xhaust **V**alve **B**rake = Frein avec soupape d'échappement). Il est actionné conjointement avec le frein à papillon sur l'échappement, ce qui améliore le freinage continu.

Pour obtenir des effets de freinage continu encore plus importants, des ralentisseurs proposés par MAN peuvent être installés départ usine sur les camions. Ces freins continus sont, comme le frein moteur et l'EVB, sans usure.

Des ralentisseurs hydrodynamiques sont disponibles départ usine, à savoir:

- soit des ralentisseurs primaires ou
- des ralentisseurs secondaires.
  selon le type de construction. Pour les explications, voir le chapitre 8.4.1 « Ralentisseurs hydrodynamiques ».

Le montage ultérieur est possible mais très compliqué. Tenir compte des indications ci-dessous.

Peuvent être montés en postéquipement:

- des ralentisseurs secondaires hydrodynamiques (essentiellement des Voith placés dans la transmission)
- des ralentisseurs électromagnétiques.

8.4.1 Ralentisseurs hydrodynamiques

Le ralentisseur hydrodynamique utilise l'huile comme fluide d'écoulement. L'huile est pressée vers l'extérieur par la force centrifuge et conduite dans le stator. L'énergie cinématique est transformée en énergie thermique par friction. L'huile réchauffée passe par un échangeur thermique qui diffuse l'énergie thermique dans l'environnement ou la conduit à l'eau de refroidissement du moteur.

On distingue des ralentisseurs primaires et secondaires.

Le **ralentisseur primaire** est placé dans la chaîne cinématique devant la boîte de vitesses - lors des freinages, la force induite passe par les essieux moteurs et la boîte de vitesses. L'efficacité du freinage du ralentisseur primaire dépend donc du régime moteur et du rapport enclenché, mais n'est pas asservi à la vitesse du véhicule.

Le **ralentisseur secondaire** par contre est placé à la sortie de la boîte de vitesses ou dans la transmission.
Lors des freinages, la force induite arrive au ralentisseur exclusivement par l'intermédiaire des essieux moteurs.
L'efficacité du freinage d'un ralentisseur secondaire dépend de la démultiplication des essieux moteurs et de la vitesse, alors que le rapport enclenché n'exerce aucune influence.

MAN peut livrer départ usine les ralentisseurs hydrodynamiques ci-après:

- Ralentisseur primaire:
  - intégré dans les boîtes de vitesses automatiques ZF 5HP ... et 6 HP ... entre le convertisseur de couple et le train planétaire
  - en cas de boîtes avec convertisseur d'embrayage WSK, entre le convertisseur de couple et l'embrayage
- Ralentisseur secondaire
  - Voith type 115 sur les boîtes de vitesses Eaton RTO ... et RTSO ...
  - ralentisseur secondaire ZF sur boîtes de vitesses ZF16S ... (voir également le fascicule intitulé « Prises de mouvement »).

Tous les ralentisseurs sont intégrés à la boîte de vitesses ou au convertisseur d'embrayage, ceci s'appliquant également au circuit de refroidissement et, dans le cas de ZF, au circuit commun d'huile de lubrification de la boîte de vitesses.

Un montage ultérieur est en principe possible, mais très compliqué et encore rentable uniquement si la boîte de vitesses est remplacée. On installe généralement en postéquipement des freins hydrodynamiques dotés de leur propre circuit de refroidissement comme p. ex. des ralentisseurs Voith, le plus souvent intégrés à la transmission.

En cas de montage direct d'un ralentisseur dans la boîte de vitesses, il faut non seulement l'autorisation de MAN mais aussi celle du fabricant de la boîte de vitesses. Les prises de mouvement asservies à l'embrayage ne peuvent pas être installées si un ralentisseur est monté ultérieurement sur la boîte de vitesses (il n'en est pas de même pour les ralentisseurs intégrés départ usine, voir également fascicule intitulé « Prises de mouvement »).

Si une commande de l'air comprimé du ralentisseur est installée, le prélèvement de l'air comprimé ne doit avoir lieu qu'à partir du raccord 24 et à l'endroit où le frein-moteur s'approvisionne également en air comprimé, une soupape de barrage ne doit alors pas être montée. Il est strictement interdit de se raccorder aux circuits du frein de service ou du frein de stationnement.
Il peut s'avérer nécessaire d'installer un réservoir d'air supplémentaire.

Le montage d'un ralentisseur dans un système d'entraînement peut entraîner de très importantes modifications au niveau des vibrations de l'ensemble du système. En cas de montage ultérieur, il est donc absolument indispensable de vérifier que des vibrations nocives ne pénètrent pas dans le système d'entraînement.

Lorsqu'il s'agit de véhicules équipés d'un ABS, s'assurer que le ralentisseur se déconnecte lors d'une intervention de l'ABS.
Les fabricants des systèmes ABS définissent les possibilités de raccordement ce qui explique pourquoi le fabricant de l'ABS du véhicule en question doit également fournir son autorisation en cas de montage ultérieur d'un ralentisseur

Faire attention à l'angle maxi d'inclinaison si les ralentisseurs sont montés dans la transmission. L'angle d'inclinaison maxi de chaque arbre de transmission de la chaîne cinématique doit s'élever au maximum à 7° avec le véhicule chargé, une tolérance de + 1° est autorisée (pour les arbres de transmission voir également le chapitre « Modification du châssis »).

8.4.2 Ralentisseurs électromagnétiques

Des bobines excitatrices sont fixées à un disque fixe (stator). Un disque rotatif (rotor) repose de chaque côté du stator sur l'arbre primaire allant de bout en bout. Des nervures de refroidissement sont prévues pour mieux évacuer la chaleur. En vue du freinage les bobines sont alimentées par un courant d'excitation. Des courants parasites sont induits par le champ magnétique sous l'effet de la rotation des disques de frein, ce qui induit un couple de freinage. Celui-ci dépend de l'excitation des bobines du stator et de la vitesse de rotation des disques de freins (rotors). Le courant excitateur est prélevé sur le réseau de bord du véhicule.
Le montage de ralentisseurs électromagnétiques doit donner lieu à une concertation avec le Service ESC (voir l'adresse en haut sous « Editeur »), il est seulement autorisé avec une autorisation écrite actuelle.

Une autorisation peut être éventuellement envisagée à condition que l'observation des points suivants puisse être justifiée par le fabricant des freins (pas par l'atelier faisant l'installation ou un carrossier):

- en cas de montage à l'extrémité de la boîte de vitesses:
  - accord du fabricant de la boîte de vitesses
  - support avec logement sans contrainte du ralentisseur, une notice de montage / une documentation du produit (voir ci-dessous) en relation avec cette exigence doit être disponible
  - un montage sur la boîte est strictement interdit dans le cas du cinq cylindres en ligne
- montage dans la transmission:
  - apporter la preuve que le ralentisseur électromagnétique est calculé pour le couple de rotation maximale se produisant dans la chaîne cinématique
  - la force exercée par le poids du frein et les couples réactifs des arbres de transmission doivent être repris par les traverses appropriées et montées sans aucune contrainte
  - l'angle maximal d'inclinaison de chaque arbre de transmissions de la chaîne cinématique doit s'élever au maximum à 7° lorsque le véhicule est chargé, une tolérance de + 1° est permise (arbres de transmission voir aussi le chapitre « Modification du châssis »).
  - pour la contrainte thermique dans les paliers des croisillons, l'autorisation du fabricant des croisillons est indispensable.
  - pour le L2000 4x2 seuls des arbres de transmission de construction légère sont autorisés, toute modification ne peut être effectuée que par le fabricant, Eugen Klein KG.
- système électrique / système électronique
  - tenir compte des indications dans le chapitre 6 « Circuit électrique, conduites »
  - il faut qu'il y ait le plus gros alternateur possible (28 V 80 A 2240 W) et des batteries d'une grande capacité (140 Ah pour le L2000, 180 Ah pour tous les autres véhicules) ou ils doivent être installés.
  - caisson de distribution du ralentisseur étanche à l'eau (protection IP69K)
  - protection du courant de puissance avec un fusible approprié
  - marquage des raccords des conduites arrivant au ralentisseur afin d'éviter toute confusion
  - sections des conduites suffisamment dimensionnées, au minimum conformément chapitre „Circuit électrique, conduites"
  - coupure automatique du ralentisseur lorsque l'ABS intervient, l' accès à l'appareil de commande concerné doit être attesté par le fabricant du système de l'ABS
  - protection contre une sous-tension via une coupure automatique du ralentisseur si les tensions du réseau de bord sont ≤ 20 V
  - compatibilité électromagnétique : preuve de l'observation de la norme MAN-EMV-M3285, mais au moins 72/245/CEE avec complément 95/54/CEE (exigence minimum dans toute l'UE à partir de 2002 pour la totalité des organes électriques / électroniques dans le réseau de bord d'un véhicule). Le fabricant du ralentisseur électromagnétique doit dans tous les cas garantir que les standards de compatibilité électromagnétique sont respectés pour les organes installés dans les véhicules MAN.
- commande à air comprimé
  - seulement à partir du raccord 24 à l'endroit où le frein-moteur également s'alimente en air comprimé, interdiction d'installer une soupape de barrage. Un raccordement du circuit de frein de service ou de stationnement n'est pas autorisé. Il peut s'avérer nécessaire de devoir monter un réservoir d'air supplémentaire
- protection contre les températures élevées
  - protection suffisante des conduites électriques, des conduites pneumatiques et de carburant, p. ex. avec des écrans thermiques, température au niveau des conduites et des organes ≤ 90°C.
- si transports de produits dangereux
  - remplacement des conduites de frein en plastique par des conduites en acier, tant devant que derrière le ralentisseur électromagnétique
  - équipement de la partie électrique du ralentisseur électromagnétique conforme aux prescriptions correspondantes
  - preuve de l'efficacité du freinage continu du ralentisseur conformément aux prescriptions correspondantes
  - il appartient au fabricant du ralentisseur électromagnétique de fournir l'expertise requise
- maintenance, contrôle de la qualité, documentation des produits
  - propres prescriptions de maintenance garantissant un entretien suffisant, pièces détachées et appareils de diagnostic
  - documentation des produits avec indication des pièces D (=pièces de sécurité devant donner lieu à documentation et qu'il est strictement interdit de modifier)
  - prendre des notes montrant le rapport entre le véhicule (numéro d'identification du véhicule) et le ralentisseur (p. ex. type et numéro de série). Les notes doivent périodiquement être mises à la disposition de MAN.

L'octroi d'une autorisation ne signifie pas que MAN est responsable des conséquences découlant du montage de ralentisseurs électromagnétiques. Le fabricant du frein, son distributeur ou l'entreprise qui l'installe sont dans tous les cas tenus d'en assurer la garantie ainsi que la responsabilité au titre du produit.

9. Calculs

9.1 Vitesse

La vitesse de déplacement du véhicule est généralement déterminée en se basant sur le régime moteur, la taille des pneus et la démultiplication totale comme suit:

Formule 24: Vitesse

$$v = \frac{0{,}06 \cdot n_{Mot} \cdot U}{i_G \cdot i_v \cdot i_A}$$

Signification:

v	=	vitesse de déplacement en [km/h]
n_{Mot}	=	régime moteur en [1/min]
U	=	circonférence de roulement du pneu en [m]
I_g	=	démultiplication de la boîte de vitesses
i_V	=	démultiplication de la boîte de transfert
i_A	=	rapport de l'essieu / des essieux moteurs

Pour déterminer la vitesse maxi théorique (ou la vitesse maxi en fonction de la conception), le calcul est effectué avec une augmentation de 4 % du régime moteur. La formule est alors la suivante:

Formule 25: Vitesse maxi théorique

$$v = \frac{0{,}0624 \cdot n_{Mot} \cdot U}{i_G \cdot i_v \cdot i_A}$$

Attention: Le calcul sert exclusivement à déterminer la vitesse finale théorique résultant des régimes et des démultiplications - la formule ne prend pas en compte que la vitesse maxi réelle est inférieure lorsque les résistances à l'avancement contrebalancent les forces d'entraînement. On trouvera au paragraphe 9.8 «Résistances à l'avancement» une estimation des vitesses réelles possibles sur la base d'un calcul des performances et dans lequel la résistance de l'air, la résistance au roulement et en cote d'une part et la traction d'autre part se compensent. La vitesse maxi en fonction de la conception est toujours de 85 km/h pour les véhicules dont la vitesse est limitée selon 92/24/CEE.

Exemple de calcul:

Véhicule:	type T42, 27.414 DFAK
Taille des pneus:	295/80 R 22.5
Circonférence de roulement:	3,185m
Boîte de vitesses:	ZF 16S151 OD
Démultiplication de la BV pour le rapport le plus lent:	13,80
Démultiplication de la BV pour le rapport le plus rapide:	0,84
Régime moteur minimal au couple moteur maxi:	900/min
Régime moteur maximal:	1.900/min
Démultiplication de la boîte de transfert G 172 en gamme route:	1,007
Démultiplication de la boîte de transfert G 172 en gamme tout-terrain:	1,652
Rapport de pont:	4,77

Paramètres souhaités:

1. La vitesse mini en gamme tout-terrain avec le couple maxi

2. La vitesse maxi théorique sans limiteur de vitesse

Solution 1:

$$v = \frac{0{,}06 \cdot 900 \cdot 3{,}185}{13{,}8 \cdot 1{,}652 \cdot 4{,}77}$$

$$v = 1{,}58\text{km/h}$$

Solution 2:

$$v = \frac{0{,}0624 \cdot 1900 \cdot 3{,}185}{13{,}8 \cdot 1{,}652 \cdot 4{,}77}$$

v = 93,6km/h; sont théoriquement possibles mais sont réglés cependant sur 85km/h

9.2 Degré de rendement

Le degré de rendement exprime le rapport entre la puissance délivrée et la puissance transmise. La puissance délivrée est toujours inférieure à la puissance transmise, le degré de rendement η est donc toujours < 1 respectivement < 100%.

Formule 26: Degré de rendement

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

Les degrés de rendement spécifiques se multiplient s'il y a plusieurs organes couplés en ligne.

Exemple de calcul d'un degré de rendement spécifique:

Degré de rendement d'une pompe hydraulique η = 0,7. Puissance requise, donc délivrée, P_{del} = 20kW.
A combien s'élève la puissance fournie P_{zu}?

Solution:

$$P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta}$$

$$P_{zu} = \frac{20}{0{,}7}$$

$$P_{zu} = 28{,}6\text{kW}$$

Exemple de calcul de plusieurs degrés de rendement:

Degré de rendement d'une pompe hydraulique $\eta_1 = 0,7$. Cette pompe entraîne un moteur hydraulique par un système d'arbre de transmission à deux cardans.

Degrés spécifiques de rendement:

Pompe hydraulique:			η_1	=	0,7
Arbre à cardan a:	η_2	=	0,95		
Arbre à cardan b:	η_3	=	0,95		
Moteur hydraulique:			η_4	=	0,8

Puissance requise, donc délivrée $P_{ab} = 20kW$
A combien s'élève la puissance fournie P_{zu}?

Solution:

Degré de rendement total:

$$\eta_{ges} = \eta_1 \bullet \eta_2 \bullet \eta_3 \bullet \eta_4$$

$$\eta_{ges} = 0,7 \bullet 0,95 \bullet 0,95 \bullet 0,8$$

$$\eta_{ges} = 0,51$$

Puissance fournie:

$$P_{zu} = \frac{20}{0,51}$$

$$P_{zu} = 39,2kW$$

9.3 Force de traction

La force de traction dépend des paramètres suivants:

- couple moteur
- démultiplication totale (y compris les roues)
- degré de rendement de la transmission.

Formule 27: Force de traction

$$F_z = \frac{2 \bullet \pi \bullet M_{Mot} \bullet \eta \bullet i_G \bullet i_V \bullet i_A}{U}$$

F_Z	=	force de traction en [N]
M_{Mot}	=	couple moteur en [Nm]
η	=	degré total de rendement dans la chaîne cinématique, valeurs estimatives voir tableau 43
i_G	=	démultiplication de la boîte de vitesses
i_V	=	démultiplication de la boîte de transfert
i_A	=	rapport de l'essieu / des essieux moteurs
U	=	circonférence de roulement du pneu en [m]

Exemple pour la force de traction voir 9.4.3 Calcul de l'aptitude à la montée.

9.4 Aptitude en côte

9.4.1 Distance parcourue en cas de montée ou de descente

L'aptitude en côte d'un véhicule est indiquée en %. L'indication 25 % p. ex. signifie qu'une hauteur h = 25m est franchie sur une longueur horizontale l = 100m. En l'utilisant adéquatement, ceci est également valable pour les descentes.
La distance réellement parcourue c est alors calculée comme suit:

Formule 28: Distance parcourue en cas de montée ou de descente

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = l \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{p}{100}\right]^2}$$

c = distance parcourue en [m]
l = longueur horizontale d'une montée / d'une descente en [m]
h = hauteur verticale d'une montée / d'une descente en [m]
p = montée / descente en [%]

Exemple de calcul:

Indication de la montée p = 25 %. A combien s'élève la distance parcourue sur une longueur de 200m?

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = 200 \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{25}{100}\right]^2}$$

c = 206m

9.4.2 Angle d'inclinaison de la montée ou de la descente

L'angle de montée ou de descente a est calculé comme suit:

Formule 29: Angle d'inclinaison de la montée ou de la descente

$$\tan \alpha = \frac{p}{100}, \quad \alpha = \arctan \frac{p}{100}, \quad \sin \alpha = \frac{h}{c}, \quad \alpha = \arcsin \frac{h}{c}$$

a = angle d'inclinaison de la montée ou de la descente en [°]
p = montée / descente en [%]
h = hauteur verticale d'une montée / descente en [m]
c = distance parcourue en [m]

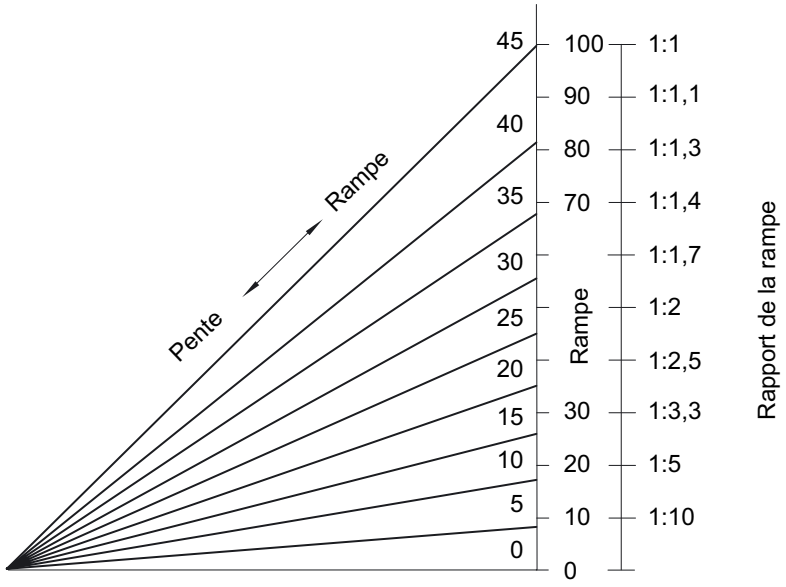
Exemple de calcul:

Montée 25 %. A combien s'élève l'angle d'inclinaison de la montée?

$$\tan \alpha = \frac{p}{100} = \frac{25}{100}$$

α = arctan 0,25
α = 14°

Figure 102: Taux de montée, montée, angle d'inclinaison de la montée ESC-171



9.4.3 Calcul de l'aptitude en côte

L'aptitude en côte dépend de:

- la force de traction (voir formule 27)
- la masse totale du train routier y compris la masse totale de la remorque ou de la semi-remorque
- la résistance au roulement
- l'adhérence (friction)

Pour l'aptitude en côte on applique la formule suivante.

Formule 30: Aptitude en côte

$$p = 100 \cdot \left[\frac{F_z}{9{,}81 \cdot G_z} - f_R \right]$$

Signification:

p	=	aptitude en côte [%]
F_z	=	force de traction en [N], calcul selon la formule 27
G_z	=	masse totale du train routier en [kg]
f_R	=	coefficient de résistance au roulement, voir tableau 42
i_G	=	démultiplication de la boîte de vitesses
i_A	=	démultiplication de la boîte de transfert
i_V	=	rapport de l'essieu moteur
M_{Mot}	=	couple moteur [Nm]
U	=	circonférence de roulement du pneu en [m]
η	=	degré total de rendement dans la chaîne cinématique, voir le tableau 43

La formule 30 détermine l'aptitude en côte du véhicule faisant l'objet du calcul en fonction des caractéristiques suivantes

- couple moteur
- démultiplication de la boîte de vitesses, boîte de transfert, entraînement des essieux, pneus et
- masse totale du train routier.

Seule est prise en compte l'aptitude du véhicule à franchir une certaine montée en raison de ses caractéristiques. Le calcul ne prend pas en compte l'adhérence existant réellement entre les roues et la chaussée qui, lorsque celle-ci est mauvaise (mouillée p. ex.), peut mettre un terme à la traction bien en dessous de l'aptitude en côte calculée ici. La détermination des conditions réelles en raison de l'adhérence existante est discutée dans la formule 31.

Tableau 42: Coefficients de résistance au roulement

chaussée	Coefficient f_R
bonne route asphaltée	0,007
route asphaltée humide	0,015
bonne route bétonée	0,008
route bétonée raboteuse	0,011
pavés	0,017
mauvaise route	0,032
chemin de terre	0,15...0,94
sable pas stabilisé	0,15...0,30

Tableau 43: Degré total de rendement dans la chaîne cinématique

Nombre d'essieux moteurs	η
un essieu moteur	0,95
deux essieux moteurs	0,9
trois essieux moteurs	0,85
quatre essieux moteurs	0,8

Exemple de calcul:

Véhicule:	type T42, 27.414 DFAK		
Couple moteur maxi:	M_{Mot}	=	1.850Nm
Degré de rendement avec trois essieux moteurs:	η_{ges}	=	0,85
Démultiplication de la BV avec le rapport le plus lent:	i_G	=	13,80
Démultiplication de la boîte transfert en gamme route:	i_V	=	1,007
Démultiplication de la boîte transfert en gamme tout-terrain:	i_V	=	1,652
Rapport de l'essieu moteur:	i_A	=	4,77
Pneus 315/80 R 22.5 avec circonférence de roulement:	U	=	3,185m
Masse totale du train routier:	G_Z	=	100.000kg
Coefficient de résistance au roulement:			
- route asphaltée plane	f_R	=	0,007
- mauvaise roue, nids de poule	f_R	=	0,032

Est recherché:

aptitude maximale en côte p_f en rapport route et tout-terrain.

Solution:

1. Force de traction maxi (définition voir formule 27) en rapport route:

$$F_z = \frac{2\pi \cdot M_{Mot} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$

$$F_z = \frac{2\pi \cdot 1850 \cdot 0{,}85 \cdot 13{,}80 \cdot 1{,}007 \cdot 4{,}77}{3{,}185}$$

$$F_z = 205526N \approx 205{,}5kN$$

2. Force de traction maxi (définition voir formule 27) en rapport tout-terrain:

$$F_z = \frac{2\pi \cdot M_{Mot} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$

$$F_z = \frac{2\pi \cdot 1850 \cdot 0{,}85 \cdot 13{,}80 \cdot 1{,}652 \cdot 4{,}77}{3{,}185}$$

$$F_z = 337170N \approx 337{,}2kN$$

3. Aptitude maximale en côte en rapport route sur bonne route asphaltée:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{F_z}{9{,}81 \cdot G_z} - f_R \right]$$

$$p = 100 \cdot \left[\frac{205526}{9{,}81 \cdot 100000} - 0{,}007 \right]$$

$$p = 20{,}25\%$$

4. Aptitude maximale en côte en rapport route sur mauvaise route, nids de poule:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{205526}{9{,}81 \cdot 100000} - 0{,}032 \right]$$

$$p = 17{,}75\%$$

5. Aptitude maximale en côte en rapport tout-terrain sur bonne route asphaltée:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{337170}{9{,}81 \cdot 100000} - 0{,}007 \right]$$

$$p = 33{,}67\%$$

6. Aptitude maximale en côte en rapport tout-terrain, sur mauvaise route, nids de poule:

$$p = 100 \cdot \left[\frac{337170}{9{,}81 \cdot 100000} - 0{,}032 \right]$$

$$p = 31{,}17\%$$

Remarque:

Les exemples indiqués ne prennent pas en compte si la traction requise pour monter la pente peut être transmise en raison de l'adhérence entre la chaussée et les roues motrices (friction). La formule suivante est valable:

Formule 31: Aptitude à la montée en raison de l'adhérence entre la chaussée et le pneu

$$p_R = 100 \cdot \left[\frac{\mu \cdot G_{an}}{G_z} - f_R \right]$$

Signification:

p_R	=	aptitude à la montée en raison de la friction en [%]
μ	=	coefficient d'adhérence pneus/chaussée, si route asphaltée mouillée ~ 0,5
f_R	=	coefficient de résistance au roulement, si route asphaltée mouillée ~ 0,015
G_{an}	=	somme des charges sur essieux des essieux moteurs dans le sens de la masse en [kg]
G_Z	=	masse totale du train routier en [kg]

Exemple de calcul:

Véhicule ci-dessus:	type T42, 27.414 DFAK		
Coefficient d'adhérence route asphaltée mouillée:	μ	=	0,5
Coefficient de résistance au roulement, route asphaltée mouillée:	f_R	=	0,015
Masse totale du train routier:	G_Z	=	100.000kg
Somme des charges sur essieu de tous les essieux moteurs:	G_{an}	=	26.000kg

$$p_R = 100 \cdot \left[\frac{0{,}5 \cdot 26000}{100000} - 0{,}032 \right]$$

$$p_R = 11{,}5\%$$

9.5 Couple

Si la force et l'écart effectif sont connus:

Formule 32: Couple avec force et écart effectif

$$M = F \cdot l$$

Si la puissance et le régime sont connus:

Formule 33: Couple avec puissance et régime

$$M = \frac{9550 \cdot P}{n \cdot \eta}$$

Si le débit (débit volumétrique), la pression et le régime dans le système hydraulique sont connus:

Formule 34: Couple avec débit, pression et régime

$$M = \frac{15{,}9 \cdot Q \cdot p}{n \cdot \eta}$$

Signification:

M	=	couple en [Nm]
F	=	force en [N]
l	=	écart effectif de la force à partir du point de rotation en [m]
P	=	puissance en [kW]
n	=	régime en [tr/min]
η	=	degré de rendement
Q	=	débit volumétrique en [l/min]
p	=	pression en [bar]

Exemple de calcul, si force et écart effectif sont connus:

Un treuil à câble caractérisé par une force de traction F = 50000N a un tambour d'un diamètre d = 0,3m.
Quel est le couple disponible sans tenir compte du degré de rendement?

Solution:

$M = F \cdot l = F \cdot 0{,}5d$ (le rayon de tambour est le bras de levier)

$M = 50000N \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}3m$

$M = 7500Nm$

Exemple si la puissance et le régime sont connus:

Une prise de mouvement doit transmettre la puissance P = 100kW à n = 1500tr/mn.
Quel est le couple que la prise de mouvement doit pouvoir transmettre sans tenir compte du degré de rendement?

Solution:

$$M = \frac{9550 \cdot 100}{1500}$$

$$M = 637\text{Nm}$$

Exemple, si débit (débit volumétrique), pression et régime sont connus pour une pompe hydraulique:

Une pompe hydraulique refoule un débit volumétrique Q = 80 l/mn à une pression p = 170 bars et à une vitesse n = 1000tr/mn. Quel couple est nécessaire sans tenir compte du degré de rendement?

Solution:

$$M = \frac{15{,}9 \cdot 80 \cdot 170}{1000}$$

$$M = 216\text{Nm}$$

Les couples calculés doivent être divisés à chaque fois par le degré total de rendement s'il faut tenir compte du degré de rendement (voir également le paragraphe 9.2 Degré de rendement).

9.6 Puissance

Si mouvement vertical:

Formule 35: Puissance si mouvement vertical

$$M = \frac{9{,}81 \cdot m \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

Si mouvement plan:

Formule 36: Puissance si mouvement plan

$$P = \frac{F \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

Si mouvement rotatif:

Formule 37: Puissance si mouvement rotatif

$$P = \frac{M \cdot n}{9550 \cdot \eta}$$

Dans le système hydraulique:

Formule 38: Puissance dans le système hydraulique

$$P = \frac{Q \cdot p}{600 \cdot \eta}$$

Signification:

P	=	puissance en [kW]
m	=	masse en [kg]
v	=	vitesse en [m/s]
η	=	degré de rendement
F	=	force en [N]
M	=	couple en [Nm]
n	=	régime en [tr/min]
Q	=	débit (débit volumétrique) en [l/min]
p	=	pression en [bar]

1. exemple - mouvement vertical:

Charge utile du hayon élévateur y compris poids mort m = 2. 600kg
Vitesse de levage v = 0,2m/s

A combien s'élève la puissance si le degré de rendement n'est pas pris en compte?

Solution:

$$P = \frac{9{,}81 \cdot 2600 \cdot 0{,}2}{1000}$$

$$P = 5{,}1\text{kW}$$

2. exemple - mouvement plan:

Treuil à câble F = 100.000N
Vitesse du câble v = 0,15m/s

A combien s'élève la puissance nécessaire si le degré de rendement n'est pas pris en compte?

$$P = \frac{100000 \cdot 0{,}15}{1000}$$

$$P = 15\text{kW}$$

3. exemple - mouvement rotatif:

Régime de la prise de mouvement n = 1.800 tr/min
Couple admissible M = 600Nm

Quelle est la puissance possible si le degré de rendement n'est pas pris en compte?

Solution:

$$P = \frac{600 \cdot 1800}{9550}$$

$$P = 113kW$$

4. exemple - système hydraulique:

Débit volumétrique de la pompe Q = 60 l/min
Pression p = 170 bar

A combien s'élève la puissance si le degré de rendement n'est pas pris en compte?

Solution:

$$P = \frac{60 \cdot 170}{600}$$

$$P = 17kW$$

9.7 Régimes de la prise de mouvement sur la boîte de transfert

Le régime n_N d'une prise de mouvement sur la boîte de transfert utilisé en fonction de la distance est indiqué en tours par mètre franchi. Il se calcule comme suit:

Formule 39: Nombre de tours par mètre, prise de mouvement sur la boîte de transfert

$$n_N = \frac{i_A \cdot i_V}{U}$$

La distance parcourue en mètres s à chaque tour de la prise de mouvement (valeur réciproque de n_N) est calculée comme suit:

Formule 40: Distance pour chaque tour, prise de mouvement sur la boîte de transfert

$$s = \frac{U}{i_A \cdot i_V}$$

Signification:

n_N	=	régime de la prise de mouvement en [tr/m]
i_A	=	rapport du/des essieux moteurs
i_V	=	démultiplication de la boîte de transfert
U	=	circonférence de roulement du pneu en [m]
S	=	distance parcourue en [m]

Exemple:

Véhicule:	type T34 19.464 FAC	
Pneus 315/80 R 22.5 avec circonférence de roulement:	U	= 3,185m
Rapport du/des essieux moteurs:	i_A	= 5,26
Démultiplication de la boîte de transfert G 172 en rapport route:	i_v	= 1,007
Démultiplication en rapport tout-terrain:	i_v	= 1,652

Régime de la prise de mouvement en rapport route:

$$n_N = \frac{5{,}26 \cdot 1{,}007}{3{,}185}$$

$$n_N = 1{,}663 /m$$

Ce qui correspond à une distance de:

$$s = \frac{3{,}185}{5{,}26 \cdot 1{,}007}$$

$$s = 0{,}601m$$

Régime de la prise de mouvement en rapport tout-terrain:

$$n_N = \frac{5{,}26 \cdot 1{,}652}{3{,}185}$$

$$n_N = 2{,}728 /m$$

Ce qui correspond à une distance de:

$$s = \frac{3{,}185}{5{,}26 \cdot 1{,}652}$$

$$s = 0{,}367m$$

9.8 Résistances à l'avancement

Les principales résistances à l'avancement sont:

- la résistance au roulement
- la résistance à la montée
- la résistance de l'air.

Un véhicule ne peut rouler que si la somme de toutes les résistances est vaincue. Les résistances sont les forces qui se contrebalancent avec la force de traction (mouvement uniforme) ou inférieures à celle-ci (mouvement accéléré).

Formule 41: Force de résistance au roulement

$$F_R = 9{,}81 \cdot f_R \cdot G_z \cdot \cos\alpha$$

Formule 42: Force de résistance à la montée

$$F_S = 9{,}81 \cdot G_z \cdot \sin\alpha$$

Angle d'inclinaison de la montée (= formule 29 voir le paragraphe 9.4.2 Angle d'inclinaison de la montée ou de la descente)

$$\tan \alpha = \frac{p}{100}, \quad \alpha = \arctan \frac{p}{100}$$

Formule 43: Résistance de l'air

$$F_L = 0{,}6 \cdot c_W \cdot A \cdot v^2$$

Signification:

F_R	=	force de résistance au roulement en [N]
f_R	=	coefficient de résistance au roulement, voir tableau 42
G_Z	=	masse totale du train routier en [kg]
α	=	angle d'inclinaison de la montée en [°]
F_S	=	force de résistance en côte en [N]
p	=	montée en [%]
F_L	=	force de résistance de l'air [N]
c_W	=	coefficient de résistance de l'air
A	=	surface avant du véhicule en [m²]
v	=	vitesse en [m/s]

Exemple:

Tracteur de semi-remorque:	G_Z	=	40.000kg
Vitesse:	v	=	80km/h
Montée:	p_f	=	3%
Surface avant du véhicule:	A	=	7 m²
Coefficient de résistance au roulement pour bonne route asphaltée:	f_R	=	0,007

Il faut déterminer la différence:

- avec déflecteur, $c_{W1} = 0{,}6$
- sans déflecteur, $c_{W2} = 1{,}0$

Solution:

Calcul annexe 1:

Conversion de la vitesse de déplacement de km/h en m/s:

$$v = \frac{80}{3{,}6} = 22{,}22 \text{m/s}$$

Calcul annexe 2:

Conversion de l'aptitude en côte de % en degrés °:

$$\alpha = \arctan \frac{3}{100} = \arctan 0{,}03$$

$$\alpha = 1{,}72°$$

1. Calcul de la résistance au roulement:

$$F_R = 9{,}81 \bullet 0{,}007 \bullet 40000 \bullet \cos 1{,}72°$$

$$F_R = 2746N$$

2. Calcul de la résistance à la montée:

$$F_S = 9{,}81 \bullet 40000 \bullet \sin 1{,}72°$$

$$F_S = 11778N$$

3. Calcul de la résistance de l'air F_{L1} avec déflecteur:

$$F_{L1} = 0{,}6 \bullet 0{,}6 \bullet 7 \bullet 22{,}22^2$$

$$F_{L1} = 1244N$$

4. Calcul de la résistance de l'air F_{L2} sans déflecteur:

$$F_{L2} = 0{,}6 \bullet 1 \bullet 7 \bullet 22{,}22^2$$

$$F_{L2} = 2074N$$

5. Résistance totale F_{tot1} avec déflecteur:

$$F_{ges1} = F_R + F_s + F_{L1}$$

$$F_{ges1} = 2746 + 11778 + 1244$$

$$F_{ges1} = 15768N$$

6. Résistance totale F_{tot2} sans déflecteur:

$$F_{ges2} = F_R + F_s + F_{L2}$$

$$F_{ges2} = 2746 + 11778 + 2074$$

$$F_{ges2} = 16598N$$

7. Puissance requise P_1 avec déflecteur sans degré de rendement:

(puissance selon la formule 36: puissance si mouvement dans un plan)

$$P_1' = \frac{F_{ges1} \bullet v}{1000}$$

$$P_1' = \frac{15768 \bullet 22{,}22}{1000}$$

$$P_1' = 350kW\ (476PS)$$

8. Puissance requise P_2 sans déflecteur sans degré de rendement:

$$P_2' = \frac{F_{ges2} \bullet v}{1000}$$

$$P_2' = \frac{16598 \bullet 22{,}22}{1000}$$

$$P_2' = 369\text{kW (502PS)}$$

9. Puissance requise P_1 avec déflecteur avec degré de rendement total dans la chaîne cinématique $\eta = 0{,}95$:

$$P_1 = \frac{P_1'}{\eta} = \frac{350}{0{,}95}$$

$$P_1 = 368\text{kW (501PS)}$$

10. Puissance requise P_2 sans déflecteur avec degré de rendement total dans la chaîne cinématique $\eta = 0{,}95$:

$$P_2 = \frac{P_2'}{\eta} = \frac{369}{0{,}95}$$

$$P_2 = 388\text{kW (528PS)}$$

9.9 Cercle de braquage

Lorsqu'un véhicule tourne en rond, chaque roue décrit un cercle. Le cercle extérieur et son rayon surtout sont intéressants. Le calcul n'est pas précis étant donné que les verticales induites au centre de toutes les roues ne se coupent pas au milieu de la courbe (= condition d'Ackermann). Des forces dynamiques apparaissent durant le déplacement et influencent le roulage dans les virages. Les formules suivantes sont toutefois valables pour procéder à des estimations:

Formule 44: Ecart entre les essieux inclinés

$$j = s - 2r_o$$

Formule 45: Valeur de consigne de l'angle extérieur de braquage

$$\cot ß_{ao} = \cot ß_i + \frac{j}{l_{kt}}$$

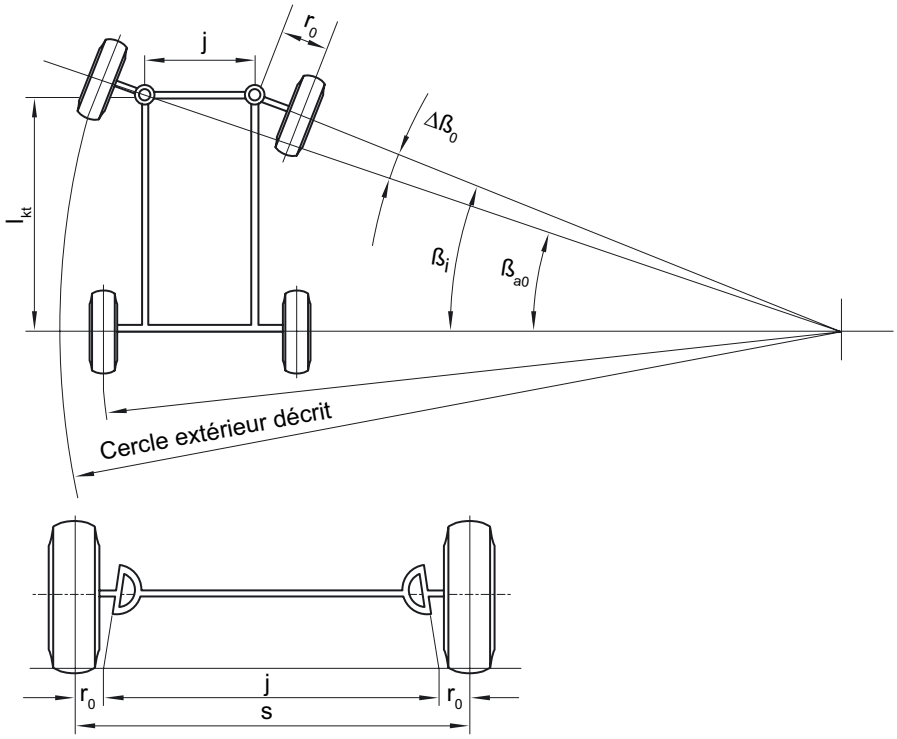
Formule 46: Ecart de braquage

$$ß_F = ß_a - ß_{ao}$$

Formule 47: Rayon du cercle décrit

$$r_s = \frac{l_{kt}}{\sin ß_{ao}} + r_o - 50 \bullet ß_F$$

Figure 103: Interaction cinématique pour la détermination du cercle décrit ESC-172



Exemple:

Véhicule:	type T31, 19.314 FC
Empattement:	l_{kt} = 3.800mm
Essieu avant:	type V9-82L
Pneus:	315/80 R 22.5
Jante:	22.5 x 9.00
Voie:	s = 2.058mm
Déport au sol de l'axe de pivot:	r_0 = 58mm
Angle intérieur de braquage:	$ß_i$ = 50,0°
Angle extérieur de braquage:	$ß_a$ = 30°30' = 30,5°

1. Ecart entre les essieux inclinés

$j = s - 2r_o = 2058 - 2 \cdot 58$
$j = 1942$

2. Valeur de consigne de l'angle de braquage extérieur

$$\cot ß_{ao} = \cot ß_i + \frac{j}{l_{kt}} = 0{,}8391 + \frac{1942}{3800}$$

$\cot ß_{ao} = 1{,}35$

$ß_{ao} = 36{,}53°$

3. Ecart de braquage

$$ß_F = ß_a - ß_{ao} = 30,5° - 36,53° = -6,03°$$

4. Rayon du cercle décrit

$$r_s = \frac{3800}{\sin 36,53°} + 58 - 50 \bullet (-6,03°)$$

$$r_s = 6743mm$$

9.10 Calcul de la charge sur les essieux

9.10.1 Exécution d'un calcul de la charge sur les essieux

Il est absolument indispensable de calculer la charge sur les essieux pour optimiser le véhicule et concevoir correctement la carrosserie. La coordination entre la carrosserie et le camion n'est possible que si ce dernier est pesé avant de commencer les travaux concernant la carrosserie. Les poids obtenus lors du pesage doivent être intégrés au calcul de la charge sur les essieux.

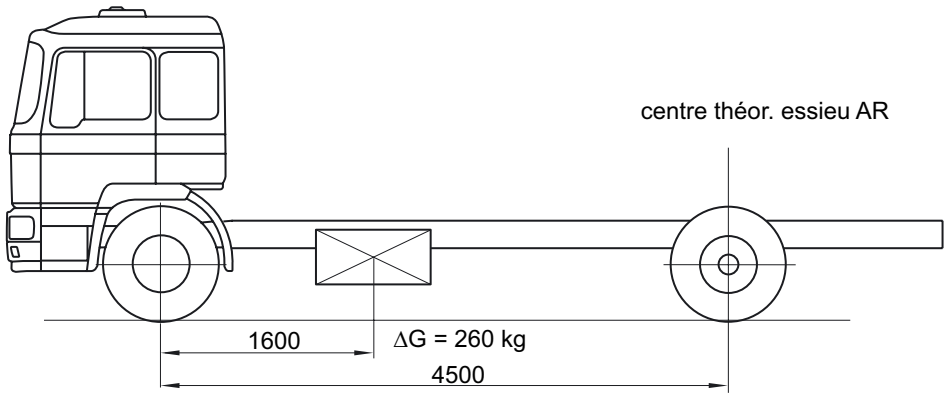
Un calcul de la charge sur les essieux est expliqué ci-après. Le théorème de détermination du couple permet de répartir les poids des organes sur l'essieu AV et l'essieu AR. Toutes les cotes d'écartement doivent être rapportées au centre théorique de l'essieu AV. Pour faciliter la compréhension, le poids n'est pas utilisé dans les formules ci-après au sens de la force induite par le poids en [N] mais au sens des masses en [kg].

Exemple:

Un réservoir de 400 l est monté à la place d'un réservoir de 140 l et on recherche la répartition du poids sur les essieux AV et AR.

Différence de poids:	ΔG	=	400 - 140 = 260kg
Ecart par rapport au centre théorique de l'essieu	AV	=	1.600mm
Empattement théorique	l_t	=	4.500mm

Figure 104: Calcul de la charge sur les essieux : disposition du réservoir ESC-173



Solution:

Formule 48: Différence de poids sur l'essieu AR:

$$\Delta G_H = \frac{\Delta G \bullet a}{l_t}$$

$$= \frac{260 \bullet 1600}{4500}$$

$$\Delta G_H = 92 \text{ kg}$$

Formule 49: Différence de poids sur l'essieu AV:

$$\Delta G_V = \Delta G \bullet \Delta G_H$$

$$= 260 - 92$$

$$\Delta G_V = 168\text{kg}$$

Arrondir au kg supérieur ou inférieur suffit complètement dans la pratique. Veillez à ce que le signe mathématique placé devant soit correct. Il a été convenu ce qui suit:

- Cotes:
  - toutes les cotes de distance DEVANT le centre théorique de l'essieu AV sont désignées par un signe MOINS (-)
  - toutes les cotes de distance DERRIERE le centre théorique de l'essieu AV sont désignées par un signe PLUS (+)
- Poids
  - tous les poids CHARGEANT le véhicule sont désignées par un signe PLUS (+)
  - tous les poids d'organes DELESTANT le véhicule sont désignées par un signe MOINS (-).

Exemple - plaque pour chasse-neige:

Poids:	ΔG	=	120kg
Distance par rapport au centre du 1er essieu:	a	=	-1.600mm
Empattement théorique:	l_t	=	4.500mm

Il est recherché la répartition de la charge sur les essieux AV et AR.

Essieu AR:

$$\Delta G_H = \frac{\Delta G \bullet a}{l_t} = \frac{120 \bullet (-1600)}{4500}$$

$$\Delta G_H = -43\text{kg, l'essieu AR a été délesté.}$$

Essieu AV:

$$\Delta G_V = \Delta G - \Delta G_H = 120 - (-43)$$

$$\Delta G_V = 163\text{kg, l'essieu AV a été chargé.}$$

Un calcul intégralement effectué de la charge sur les essieux est représenté à titre d'exemple dans le tableau suivant. Deux variantes y sont comparées (variante 1 avec flèche de grue de chargement rabattue, variante 2 avec flèche de grue de chargement tendue, voir le tableau 44).

Tableau 44: Exemple de calcul de la charge sur les essieux

ACHSLASTBERECHNUNG
MAN - Nutzfahrzeuge AG, Postf. 500620, 80976 München

Abt.	: ESC	Fzg., Fhs.	:	26.314 FNLC / N - Fhs.			2000-02-21
Sachb.	:	Radstand	:	4600+1350	Ber. - Nr.	:	T36-.....
Kurzz.	:	R - tech.	:	5135	KSW - Nr..	:	
Tel.	:	Überh.	:	2000 = Serie	AE - Nr..	:	
		Überh.	:	1850 = Sonder	Fg. - Nr.	:	
		Überh.tech.	:	2665	File-N.	:	
VN	:	Fg.-Znr.	:	82.99126.8008	ESC-Nr.	:	
Kunde	:	Aufbau	:	**6.300mm Ladebrücke und Heckkran festmontiert**			
Ort	:			**Krangesamtmoment ca. 175kNm**			

Benennung	Abst.v.t.	Gewichtsverteilung auf			Abst.v.t.	Gewichtsverteilung auf		
	VA-Mitte	VA	HA	Gesamt	VA-Mitte	VA	HA	Gesamt
Fahrgestell mit Fahrer, Werkzeug u. Reserverad		4.425	3.645	8.070		4.425	3.645	8.070
Hinterachse AP H9 - 13120	4.600	5	45	50	4.600	5	45	50
	0	0	0	0	0	0	0	0
Anhängerkupplung	7.800	-23	68	45	7.800	-23	68	45
Nebenabtrieb N../10 und Pumpe	1.450	43	17	60	1.450	43	17	60
	0	0	0	0	0	0	0	0
Rahmenverlängerung -150	7.875	5	-15	-10	7.875	5	-15	-10
Klimaanlage	-600	45	-5	40	-600	45	-5	40
Auspuff hochgezogen	400	18	2	20	400	18	2	20
Kraftstofftank 300 ltr. ALU	1.665	-14	-6	-20	1.665	-14	-6	-20
Batterien 2 x 180 Ah	1.500	11	4	15	1.500	11	4	15
ENTFALL: Res. Rad - hinten	7.100	57	-207	-150	7.100	57	-207	-150
HINZU: Res. Rad - seitl.	2.500	72	68	140	2.500	72	68	140
Luftbehälter ALU	1.300	-34	-11	-45	1.300	-34	-11	-45
	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonstiges	1.650	34	16	50	1.650	34	16	50
	0	0	0	0	0	0	0	0
Heckkran, Arm untergeklappt	6.070	-424	2.754	2.330	6.070	-424	2.754	2.330
Verstärkung im Kranbereich	6.000	-17	117	100	6.000	-17	117	100
Hilfsrahmen	4.500	57	403	460	4.500	57	403	460
Ölbehälter	2.600	89	91	180	2.600	89	91	180
Bereifung VA 385/65 R 22.5 ***					**0**	**60**	**0**	**60**
Vorderfedern verstärkt PARA 9,0 t ***					**0**	**40**	**0**	**40**

Fahrgestell - Leergewicht		4.350	6.985	11.335		4.450	6.985	11.435
Zulässige Lasten	***	7.500	19.000	26.000	***	9.000	19.000	26.000
Differenz Leergewicht zu zul. Lasten		3.150	12.015	14.665		4.550	12.015	14.565
Schwerp. pour Nutz- VA ausgel. X1 =	1.103	3.150	11.515	14.665	1.604	4.550	10.015	14.565
Last u. Aufbau bez. HA ausgel. X2 =	928	2.650	12.015	14.665	899	2.50	12.015	14.565
auf techn. HA-Mitte ausgeführt X3 =	1.400	3.998	10.667	14.665	1.400	3.971	10.594	14.565
Achsüberlastung		848	-1.348			-579	-1421	
Nutzlastverlust durch Achsüberlastung				3.110				
Bei gleichmäßiger Beladung verbleibt		3.150	8.405	11.555		3.971	10.594	14.565
Nutzlast	0	0	0	0	0	0	0	0
Fahrzeug beladen		7.500	15.390	22.890		8.421	17.579	26.000
Achs- bzw. Fahrzeugauslastung		100,0%	81,0%	88,0%		93,6%	92,5%	100,0%
Achslastverteilung		32,8%	67,2%	100,0%		32,4%	67,6%	100,0%
Fahrzeug leer		4350	6985	11335		4450	6985	11435
Achs- bzw. Fahrzeugauslastung		58,0%	36,8%	43,6%		49,4%	36,8%	44,0%
Achslastverteilung		38,4%	61,6%	100,0%		38,9%	61,1%	100,0%
Fahrzeugüberhang 51,9 %								
***** zul. VA-Last 9000 kg erforderlich !!**								
Gewichtstoleranzen nach DIN 70020 beachten! Angaben ohne Gewähr.								

9.10.2 Calcul du poids avec l'essieu traîné relevé

Les poids indiqués dans MANTED® (www.manted.de) et les autres documents techniques pour les essieux avec un essieu traîné ont été déterminés alors que cet essieu était abaissé. Un calcul permet de déterminer facilement la répartition des charges sur l'essieu avant et l'essieu moteur après relèvement de l'essieu traîné.

Poids sur le 2e essieu (essieu moteur) quand le 3e essieu (essieu traîné) est relevé):

Formule 50: Poids sur le 2e essieu, 3e essieu relevé

$$G_{2an} = \frac{G_{23} \cdot l_t}{l_{12}}$$

Es bedeuten:

G_{2an}	=	Poids à vide sur le 2e essieu si 3e essieu relevé [kg]
G_{23}	=	Poids à vide des 2e et 3e essieux en [kg]
l_{12}	=	Empattement entre 1er essieu et 2e essieu en [mm]
l_t	=	Empattement théorique en [mm]

Poids sur l'essieu avant si 3e essieu relevé (essieu traîné):

Formule 51: Poids sur le 1er essieu, 3e essieu relevé

$$G_{1an} = G - G_{2an}$$

Signification:

G_{1an} = Poids à vide sur le 1er essieu si essieu traîné relevé [kg]
G = Poids à vide du véhicule en [kg]

Exemple:

Véhicule:	type T37, 26.414 FNLLC
Empattement:	4.800 + 1.350
Porte-à-faux du cadre:	2.000
Cabine:	grand espace

Poids à vide avec essieu traîné abaissé:

Essieu AV G_{1ab} = 4.705kg

Essieu moteur avec essieu traîné G_{23} = 3.585kg

Poids à vide G = 8.290kg

Charges admissibles sur essieu: 7.500kg / 11.500kg / 7.500kg

Solution:

1. Détermination de l'empattement théorique (voir le chapitre « Généralités »):

$$l_t = l_{12} + \frac{G_3 \cdot l_{23}}{G_2 + G_3}$$

$$l_t = 4800 + \frac{7500 \cdot 1350}{11500 + 7500}$$

l_t = 5333mm

2. Détermination du poids à vide du 2e essieu (= essieu moteur) si 3e essieu relevé (= essieu traîné):

$$G_{2an} = l_{12} + \frac{G_{23} \cdot l_t}{l_{12}} = \frac{3585 \cdot 5333}{4800}$$

G_{2an} = 3983kg

3. Détermination du poids à vide du 1er essieu (= essieu AV) si 3e essieu relevé (= essieu traîné):

$G_{1an} = G - G_{2an}$

G_{1an} = 7975 - 3840

G_{1an} = 4135kg

9.11 Longueur des appuis de carrosserie en cas de carrosserie sans faux-châssis

Le calcul de la longueur indispensable des appuis ne tient pas compte de toutes les influences dans l'exemple suivant. Il montre toutefois une possibilité concrète et fournit de bonnes valeurs estimatives pour la pratique.

La longueur d'un appui se calcule comme suit:

Formule 52: Formule longueur des appuis sans faux-châssis

$$l = \frac{0{,}175 \cdot F \cdot E\,(r_R + r_A)}{\sigma_{0,2} \cdot r_R \cdot r_A}$$

Si le cadre et les appuis sont constitués de différents matériaux:

Formule 53: Module E pour différents matériaux

$$E = \frac{2E_R \cdot E_A}{E_R + E_A}$$

Signification:

l	=	longueur de chaque appui en [mm]
F	=	force de chaque appui en [N]
E	=	module d'élasticité en [N/mm²]
r_R	=	rayon extérieur du profilé du longeron du cadre en [mm]
r_A	=	rayon extérieur du profilé de l'appui en [mm]
$\sigma_{0,2}$	=	limite d'élasticité du matériau de moindre qualité en [N/mm²]
E_R	=	module d'élasticité du profilé du longeron du cadre en [N/mm²]
E_A	=	module d'élasticité du profilé de l'appui en [N/mm²]

Exemple:

Châssis pour carrosserie amovible 26.414 FNLLW, empattement 4600 + 1350, cabine grand espace, poids total autorisé 26000kg, poids à vide du châssis 8615kg.

Solution:

Pour la charge utile et la carrosserie, il reste environ	26.000kg – 8.615kg = 17.385kg
Pour chaque appui si 6 paliers au niveau du châssis	17.385 : 6 = 2.898kg
Force	F = 2.898kg • 9,81kg • m/s² = 28.429N
Rayon extérieur du profilé du cadre	r_R = 18mm
Rayon extérieur du profilé de l'appui	r_H = 16mm
Module d'élasticité pour acier	E = 210.000N/mm²
Limite d'élasticité pour les deux matériaux	$\sigma_{0,2}$ = 420N/mm²

La longueur mini de chaque appui peut être approximativement déterminée en utilisant la formule 52:

$$l = \frac{0{,}175 \cdot 28429 \cdot 210000 \cdot (18+16)}{430^2 \cdot 18 \cdot 16}$$

l = 667mm

9.12 Dispositifs d'accouplement

9.12.1 Dispositif d'attelage

La taille nécessaire du dispositif d'attelage est déterminée par la valeur D.

La formule de la valeur D est la suivante:

Formule 54: Valeur D

$$D = \frac{9{,}81 \cdot T \cdot R}{T + R}$$

D = valeur D en [kN]
T = poids total admissible du véhicule remorqueur en [t]
R = poids total admissible de la remorque en [t]

Exemple:

Véhicule T31, 19.464 FLC

Poids total autorisé 18.000kg = T = 18t

Charge remorquée 22.000kg = R = 22t

Valeur D:

$$D = \frac{9{,}81 \cdot 18 \cdot 22}{18 + 22}$$

$$D = 97\text{kN}$$

Le poids total admissible maxi du véhicule tracteur T est déterminé selon la formule suivante si le poids total admissible de la remorque R et la valeur D du dispositif d'accouplement sont indiqués:

$$T = \frac{R \cdot D}{(9{,}81 \cdot R) - D}$$

Le poids total admissible maxi de la remorque R est déterminé selon la formule suivante si le poids total admissible du véhicule tracteur T et la valeur D du dispositif d'accouplement sont indiqués:

$$R = \frac{T \cdot D}{(9{,}81 \cdot T) - D}$$

9.12.2 Remorque à timon rigide / à essieux centraux

D'autres conditions doivent être appliquées en plus à la formule de la valeur D pour les remorques à timon rigide / à essieux centraux : les charges remorquées s'exerçant au niveau des dispositifs d'attelage et des traverses arrière sont moindres étant donné qu'il faut également prendre en compte dans ce cas la charge d'appui exercée verticalement par le timon sur le dispositif.

Les valeurs D_c et V ont été adoptées dans l'Union Européenne via la directive 94/20/CE afin d'harmoniser la réglementation:

Les formules suivantes s'appliquent:

Formule 55: Formule valeur D_c pour remorque à essieu rigide / à essieux centraux

$$D_C = \frac{9{,}81 \cdot T \cdot C}{T + C}$$

Formule 56: Formule valeur V pour remorque à essieux centraux / à timon rigide avec une charge d'appui de ≤ 10 % de la masse tractée et pas plus de 1.000kg

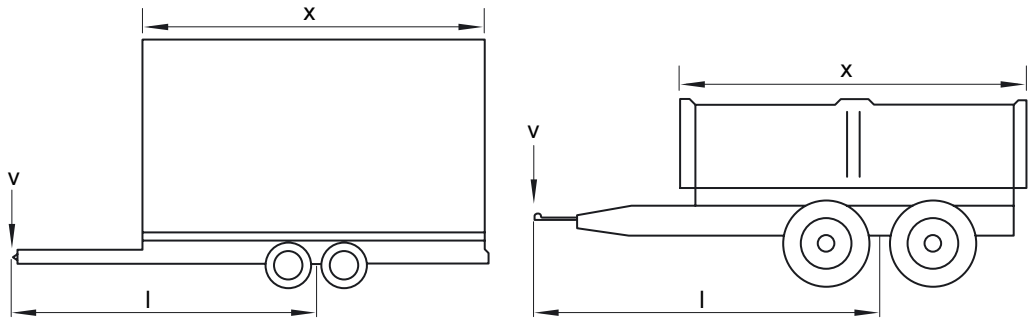
$$V = a \cdot \frac{X^2}{l_2} \cdot C$$

1,0 doit être utilisé lors du calcul mathématique des valeurs si $x^2 / l^2 < 1$

Signification:

D_C	=	valeur D réduite en cas d'accrochage d'une remorque à essieux centraux en [kN]
T	=	poids total admissible du tracteur en [t]
C	=	somme des charges sur essieux de la remorque à essieux centraux chargée avec la masse admissible en [t] sans charge d'appui S
V	=	valeur V en [kN]
a	=	accélération comparative au point de liaison en [m/s²]. Il faut utiliser: 1,8m/s² si suspension pneumatique ou une suspension comparable au niveau du tracteur respectivement 2,4m/s² pour toutes les autres suspensions
x	=	longueur de la carrosserie de la remorque voir figure 105
l	=	longueur théorique du timon voir figure 105
S	=	charge d'appui du timon au point de liaison en [kg]

Figure 105: Longueur de carrosserie de remorque et longueur théorique de (voir aussi le chapitre 4.16 « Dispositifs d'accouplement » ESC-510



Exemple:

Véhicule:	L34, 8.224 LLC
Poids total autorisé	
Remorque:	7.490kg = T = 7,49t
Somme des charges sur essieux de remorque:	11.000kg = C = 11t
Charge d'appui:	S = 700kg
Longueur de la carrosserie:	x = 6,2m
Longueur théorique de timon:	l = 5,2m

Question posée : Les deux véhicules peuvent-ils constituer un ensemble routier si la traverse arrière renforcée est montée sur le camion avec le dispositif d'attelage Ringfeder 864?

Solution:

Valeur D_c:

$$D_C = \frac{9{,}81 \cdot T \cdot C}{T + C} = \frac{9{,}81 \cdot 7{,}49 \cdot 11}{7{,}49 + 11}$$

$$D_C = 43{,}7\text{kN}$$

Valeur D_c de la traverse arrière : = 58kN (voir le chapitre «Dispositifs d'accouplement TG», tableau 28)

$$\frac{x^2}{l^2} = \frac{6{,}2^2}{5{,}2^2} = 1{,}42$$

$$V = a \frac{x^2}{l^2} \cdot C = 1{,}8 \cdot 1{,}42 \cdot 11$$ (1,8 en cas de suspension pneumatique à l'essieu AR du camion)

$$V = 28{,}12\text{kN}$$

Valeur V de la traverse arrière = 35 kN (voir le chapitre 4.16 «Dispositifs d'accouplement TG», tableau 28)

Les deux véhicules peuvent former un ensemble routier mais il faut impérativement que la charge mini sur l'essieu avant soit égale à 35 % du poids du véhicule considéré (y compris la charge d'appui) selon le chapitre 3 « Généralités », tableau 19.

Un camion à vide ne doit remorquer qu'une remorque à essieu central non chargée.

9.12.3 Sellette d'attelage

La taille requise pour la sellette est déterminée par la valeur D. La formule de la valeur D pour les sellettes est la suivante:

Formule 57: Valeur D sellette d'attelage

$$D = \frac{0{,}6 \cdot 9{,}81 \cdot T \cdot R}{T + R - U}$$

Si la valeur D est donnée et le poids total admissible de la semi-remorque est recherché, la formule suivante s'applique:

Formule 58: Poids total admissible de la semi-remorque

$$R = \frac{D \cdot (T - U)}{(0{,}6 \cdot 9.81 \cdot T) - D}$$

Le poids total admissible de la semi-remorque et la valeur D de la sellette d'attelage étant déterminés, la formule suivante s'applique pour le calcul du poids total admissible du tracteur de semi-remorque:

Formule 59: Poids total admissible du tracteur de semi-remorque

$$T = \frac{D \cdot (R - U)}{(0{,}6 \cdot 9.81 \cdot R) - D}$$

Si la charge sur sellette est recherchée et toutes les autres charges sont connues, la formule suivante s'applique:

Formule 60: Charge sur sellette

$$U = T + R - \frac{0{,}6 \cdot 9{,}81 \cdot T \cdot R}{D}$$

Signification:

D	=	valeur D en [kN]
R	=	poids total admissible pour la semi-remorque en [t] y compris la charge sur sellette
T	=	poids total admissible pour le tracteur en [t] y compris la charge sur sellette
U	=	charge sur sellette en [t]

Exemple:

Tracteur de semi-remorque:	19.314FS
Charge sur sellette selon plaquette signalétique remorque:	U = 10t
Poids total autorisé du tracteur de semi-remorque:	18.000kg = T = 18t
Poids total autorisé de la semi-remorque:	32.000kg = R = 32t

Valeur D:

$$D = \frac{0{,}6 \cdot 9{,}81 \cdot 18 \cdot 32}{18 + 32 - 10}$$

$$D = 84{,}8\text{kN}$$